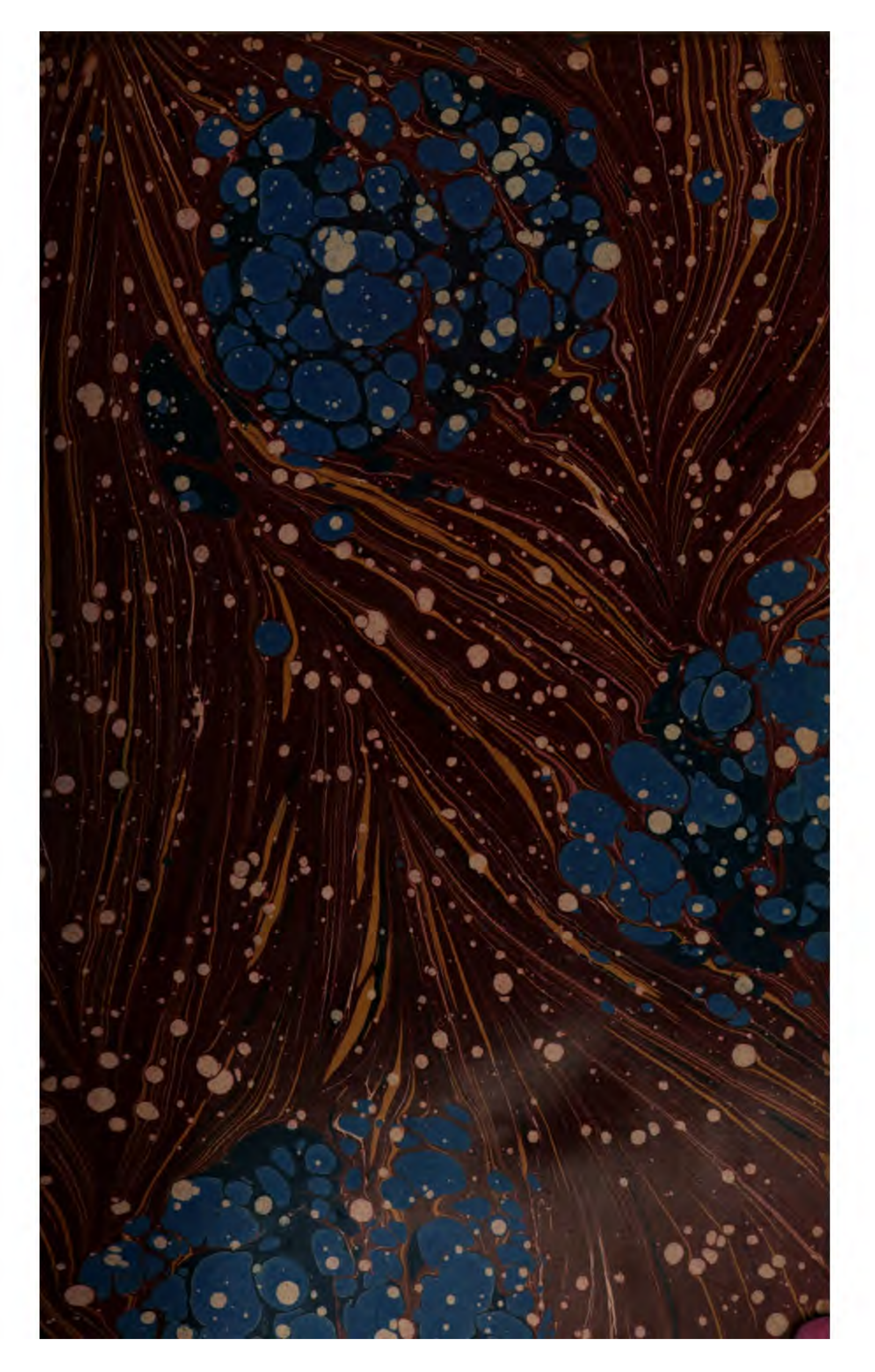

HARVARD UNIVERSITY
ARNOLD ARBORETUM
PRESENTED BY CHARLES SPRAGUE SARGENT
1892



HF0.0

Handbuch

der

Forstwissenschaft

in Verbindung mit

Professor Dr. A. Bühler in Zürich. — Ritter R. von Dombrowski in Wien. — Hofrath Professor Dr. W. Fr. Exner in Wien. — K. K. Forstmeister G. R. Förster in Gmunden. — Regierungs- und Forstrath Herm. Fürst, Direktor der Kgl. Forstlehranstalt in Aschaffenburg. — Forstrath Professor A. Ritter von Guttenberg in Wien. — Geheimer Oberforstrath Dr. Fr. Judeich, Direktor der Forstakademie zu Tharand. — Professor Dr. J. Lehr in München. — Professor Dr. Chr. Luerssen in Eberswalde. — Professor Dr. A. Metzger in Hannöver.-Münden. — Dozent Dr. E. Ramann in Eberswalde. — Professor Dr. Fr. Schwackhöfer in Wien. — Professor Dr. A. Schwappach in Eberswalde. — Forstrath Professor C. Schuberg in Karlsruhe. — Forstmeister Dr. H. Stötzer in Hildburghausen. — Professor Dr. R. Weber in München.

herausgegeben

von

Dr. Tuisko Lorey,

o. Professor der Forstwissenschaft an der Universität Tübingen.

Erster Band. Zweite Abteilung.

Forstliche Produktionslehre. II.

Tübingen, 1887.

Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung.

Druck von H. Laupp jr. in Tübingen.

Inhalt des ersten Bandes.

Zweite Abteilung.

B. Forstliche Produktionslehre (Fortsetzung).

VII. Der Forstschutz.

Von

H. Fürst.

VIIª. Wildbäche und Lawinen, deren Wesen, Entstehung und Verbauung.

Von

G. R. Förster.

VIII. Die technischen Eigenschaften der Hölzer.

Von

W. Fr. Exner.

IX. Forstbenutzung und zwar:

IXª. Forstproduktenernte, Verwertung und Aufbewahrung.

Von

H. Stötzer.

IXᵇ. Die landwirtschaftlichen Nutzungen im Walde.

Von

A. Bühler.

IXᶜ. Transportwesen.

Von

C. Schuberg.

IX[d]. Forstlich-chemische Technologie.

Von

Fr. Schwackhöfer.

IX^a. Das Weidwerk.

Von

R. Ritter von Dombrowski.

IX[1]. Fischerei und Fischzucht in den Binnengewässern.

Von

A. Metzger.

Verzeichnis der gebrauchten Abkürzungen.

A. F. u. J. Z.	— Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung. Frankfurt a. M., J. D. Sauerländer.
Bayr. Denkschr.	— Denkschrift betr. den forstlichen Unterricht in Bayern München, 1877, Mühlthaler.
C. f. d. g. F.	— Centralblatt für das gesammte Forstwesen. Wien, Frick.
F. Bl.	— Forstliche Blätter (von Grunert und Leo, bezw. Grunert und Borggreve). Leipzig, Geßner und Schramm, jetzt Berlin, Parey.
F. Cbl.	— Forstwissenschaftliches Centralblatt (von Baur, früher Monatsschrift f. F. u. J.). Berlin, Parey.
J. d. preuß. F. u. J.	— Jahrbuch der preußischen Forst- und Jagdgesetzgebung und Verwaltung. Berlin, Springer.
J. d. schles. V.	— Jahrbuch des schlesischen Forstvereins. Breslau, Morgenstern.
Krit. Bl.	— Kritische Blätter (von Pfeil und Nördlinger). Leipzig, Baumgärtner.
Leb. Bild.	— Heß, „Lebensbilder hervorragender Forstmänner." Berlin, Parey.
M. f. F. u. J.	— Monatsschrift für Forst- und Jagdwesen. Stuttgart, Schweizerbarth.
N. J.	— Neue Jahrbücher der Forstkunde von v. Wedekind. Frankfurt a./M., Sauerländer's Verlag.
Oest. F.	— Oesterreichische Forstzeitung (von Hempel). Wien, Hitschmann.
Oe. V.	— Oesterreichische Vierteljahrsschrift (früher Monatschrift für Forstwesen). Wien, Verlag des österr. Reichsforstvereins.
Prakt. F. f. die Schw.	— Der praktische Forstwirth für die Schweiz (von Riniker). Davos, Richter.
Schw. Z.	— Schweizer Zeitschrift für das Forstwesen. Zürich, Orell, Füßli u. Co.
Suppl. d. A. F. u. J.	— Supplemente zur Allgemeinen Forst- und Jagd-Zeitung. Frankfurt a. M., J. D. Sauerländer.
Suppl. z. Thar. J.	— Supplemente zum Tharander forstl. Jahrbuch. Dresden, Schönfeld.
Thar. f. J.	— Tharander forstliches Jahrbuch. Dresden, Schönfeld.
V. deutsch. F.	— Bericht über die Versammlung deutscher Forstmänner.
Z. f. F. u. J.	— Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen (von Danckelmann). Berlin, Springer.

Berichtigungen

I. Band 2. Abteilung.

Seite 410 Z. 22 v. u. soll stehen § 24 statt 25
„ 412 Z. 10 v. u. fehlt § 26
„ 528 Z. 17 v. o. ist die Klammer hinter „7“ zu streichen, und hinter „Schuppen“ zu setzen
„ 529 Z. 26 v. o. soll stehen schmächtig statt schmächtich
„ 532 Z. 16 v. u. „ „ Ostsee statt Nordsee
„ 537 Z. 16 v. u. „ „ dem Rhein statt am Rhein
„ 552 Z. 25 v. o. „ „ Tafelfisch statt Tafelfleisch
„ 562 Z. 14 v. u. „ „ von statt vorne
„ 594 Z. 11 v. o. „ „ 1 : 0,54 statt 1 : 054
„ 594 Z. 13 v. o. „ „ Fleischfuttermehl statt Fischfuttermehl
„ 596 Z. 13 v. u. „ „ „75 g“ statt 25 g.
„ 596 Z. 6 u. 7 v. u. soll stehen Gewinn von 3,50 bezw. 3 Mk. statt Gewinn von 1,50 bis 1,71 Mk.
„ 604 Z. 13 v. u. „ „ „Stöckergarn“ statt „Stöckengarn“

VII.

Forstschutz.

Von

Hermann Fürst.

Heß, Der Forstschutz 1878. Nördlinger, Lehrbuch des Forstschutzes 1884. Grebe, Waldschutz und Waldpflege 1875. Kauschinger (Fürst), Lehre vom Waldschutz 1883. Guse, Aus dem Forstschutz 1876.

Einleitung.

Begriff.

§ 1. Die Lehre vom Forstschutz soll uns in den Stand setzen, die mannigfachen Gefahren, welche dem Walde drohen, möglichst erfolgreich von demselben abzuwenden, insoweit die Mittel dazu in der Hand des Waldeigentümers selbst liegen. Nicht selten aber reichen diese Mittel nicht aus, der Staat muß im Interesse der öffentlichen Sicherheit und Wohlfahrt eingreifen und den Waldbesitzer in seinen Bestrebungen unterstützen; die desfallsigen Maßregeln gehören jedoch nicht zum Gebiet des Forstschutzes, sondern zu jenem der Forstpolizei und Forstgesetzgebung, und sie liegen daher außerhalb des Rahmens unserer gegenwärtigen Aufgabe.

Um aber alle Gefahren von unserem Wald möglichst abzuwenden, müssen wir zunächst diese Gefahren selbst, die Ursachen ihrer Entstehung, die Art und Weise ihres Auftretens kennen, wir müssen wissen, denselben möglichst vorzubeugen, endlich bei trotzdem eingetretenen Beschädigungen verstehen, dieselben thunlichst zu beschränken und ihre nachteiligen Folgen für den Wald wie die Kasse des Waldbesitzers nach Kräften abzumindern.

Begrenzung.

§ 2. Keine unserer forstlichen Disziplinen ist wohl schwerer zu begrenzen, als die Lehre vom Forstschutz. Außerordentlich mannigfaltig sind die Gefahren, die dem Walde von Seite der belebten wie der unbelebten Natur drohen; wir bedürfen der gesamten Naturkunde, der Zoologie und Botanik, der Klimatologie und Bodenkunde, um die nötige Kenntnis dieser Gefahren und dadurch die Möglichkeit der Abwehr zu erlangen. Die Mittel der Abwehr und insbesondere jene der Vorbeugung liegen aber auch zum nicht geringen Teil auf dem Gebiete der Lehre vom Waldbau, von der Forstbenutzung und Forsteinrichtung — und dies Verhältnis hat sogar dazu geführt, daß man der Lehre vom Forstschutz das Recht, als eigene Disziplin aufzutreten, bestritt, die Lehren desselben teilweise der Forst-Zoologie und Botanik, teilweise den oben genannten forstlichen Disziplinen zuweisen wollte. Wir

glauben: mit Unrecht, glauben, daß eine vollständige und übersichtliche Zusammenfassung der Lehre vom Forstschutz unbedingt nötig und eine Unterbringung derselben in den andern forstlichen Fächern in auch nur einigermaßen vollständiger Weise ohne Zwang nicht möglich sei, und möchten daher das Recht des Forstschutzes, als eigene Disziplin aufzutreten, entschieden wahren [1]).

Die oben berührte Schwierigkeit der sachgemäßen Begrenzung unserer Disziplin tritt aber auch zu Tage, wenn wir die Hand- und Lehrbücher derselben vergleichen. In dem einen finden wir der Botanik, im andern der Zoologie eine verhältnismäßig weite Ausdehnung gegeben; die älteren Werke ziehen das Gebiet der Forstbenutzung herein oder lassen insbesondere die scharfe Trennung von Forstschutz und Forstpolizei vermissen. Auch die Frage, in wieweit die Lehre von den Servituten und deren Nachteilen für den Wald in das Gebiet des ersteren gehöre, hat verschiedene Beantwortung gefunden. — Unsere Aufgabe wird hier sein, das Gebiet des Forstschutzes möglichst scharf zu umgrenzen und aus allen den obengenannten Disziplinen nur das unumgänglich Nötige beizuziehen.

Einteilung.

§ 3. Die Gliederung unserer Disziplin erfolgt naturgemäß nach den Ursachen der Gefahren und Beschädigungen, die unsern Waldungen drohen, und es erscheinen als solche Ursachen:

I. Menschliche Handlungen, als Eingriffe in das Eigentum des Waldbesitzers, als fahrlässige oder absichtliche Beschädigungen des Waldes und seiner Produkte.

II. Einwirkungen der organischen Natur, als hemmende, beschädigende oder zerstörende Thätigkeit
 1. der Tierwelt,
 2. der Pflanzenwelt.

III. Beschädigungen durch Erscheinungen der anorganischen Natur; solche Erscheinungen sind:
 1. Ungewöhnlich niedere oder hohe Temperatur: Frost und Hitze.
 2. Atmosphärische Niederschläge: Regen, Schnee, Duft, Eis, Hagel.
 3. Blitzschlag.
 4. Heftige Luftströmungen: Winde und Stürme.
 5. Ungünstige Bodenbeschaffenheit: Nässe, Flugsand.
 6. Krankheiten der Holzgewächse.

I. Gefährdungen durch menschliche Handlungen.

1. Nähere Bezeichnung derselben.

§ 4. Ein Blick auf die zahlreichen devastierten oder doch in ihrem Ertragsvermögen weit heruntergebrachten Waldungen in unserem engeren Vaterland wie in noch viel höherem Grad in der Mehrzahl unserer Nachbarländer sagt uns, daß der Mensch zu den gefährlichsten Feinden des Waldes gehöre. Habgier und Unverstand der Waldbesitzer selbst, Ein- und Uebergriffe der Forstberechtigten sind im Verein mit Entwendungen und Beschädigungen seitens fremder Personen vorwiegend die Ursache jener traurigen Waldzustände.

Gegen die nachteiligen Eingriffe des eigenen Besitzers vermag der Forstschutz nicht zu helfen, und nur Belehrung und die allmählich steigende Einsicht einerseits, wie eine energisch gehandhabte Forstpolizei anderseits — insoferne dieser eine entsprechende Forstgesetzgebung zur Seite steht — vermögen hier einigermaßen Besserung zu schaffen. Nur gegen fremde Eingriffe lehrt uns der Forstschutz unsere Waldungen schützen, gegen Ge-

1) Vergl. A. F.- u. J.-Z. 1884, S. 305.

fährdungen, die sich entweder auf die eigentliche Substanz des Waldes, dessen Grenzen, oder auf dessen verschiedenartige Produkte beziehen. Auch die Gefahr des Waldbrandes wird wohl zweckmäßiger hier als bei Abschnitt III eingereiht, da es fast stets die fahrlässige oder frevelhafte Hand des Menschen und nur sehr selten die Natur (durch Blitzschlag) ist, die diese Gefahr hervorruft.

2. Sicherung der Waldgrenzen.

Grenzzeichen.

§ 5. Von dem Augenblick an, da Grund und Boden aus dem gemeinsamen Besitz in Sondereigentum überging, war eine Bezeichnung der Grenzen zur Sicherung des ersteren geboten, und es dienten hiezu in erster Linie die sog. natürlichen Grenzzeichen: Wasserläufe, Bergrücken und Thalsohlen, Wege, Felsen, Bäume; die beiden letztgenannten wurden hiebei meist durch eingehauene Zeichen besonders kenntlich gemacht. Nicht immer aber reichten diese natürlichen Grenzzeichen aus, zumal mit fortschreitender Parzellierung des Grundbesitzes, mit steigendem Wert desselben, der eine genaue und sichere Bezeichnung der Grenzen notwendig machte; man griff daher zu künstlichen Grenzzeichen: Steinhaufen, Hügeln, Winkelgruben, Pfählen und eingesetzten Steinen, bisweilen selbst zur Bezeichnung ganzer Grenzlinien durch Gräben, Hecken, Aufhiebe. Gegenwärtig finden wir etwa mit Ausnahme des Hochgebirges, in welchem die natürlichen Grenzzeichen noch eine Rolle spielen, als Grenzzeichen fast allenthalben die Grenzsteine als dauerhaftestes und sicherstes Material in Anwendung.

Diese Grenzsteine werden bisweilen in rauher, besser aber in behauener Gestalt, durch welche jeder Irrtum ausgeschlossen ist, aus möglichst dauerhaftem Material (Basalt, Dolomit, Granit, harte Sandsteine) hergestellt und meist mit bestimmten, den Waldeigentümer kennzeichnenden Buchstaben, sowie um jede Waldparzelle fortlaufenden Nummern bezeichnet — es gilt dies wenigstens für Staats- und Gemeindewaldungen als Regel —, nicht selten auch auf dem Kopf mit Visierlinien, welche nach den Nachbarsteinen weisen, versehen.

Herstellung der Vermarkung.

§ 6. Unter Vermarkung versteht man die Bezeichnung einer Grenze mit festen Grenzzeichen, und gilt dieselbe in allen Kulturstaaten als Regel. Derselben hat stets die Regulierung etwa strittiger Grenzen in gütlichem Einvernehmen oder auf dem Rechtsweg vorauszugehen.

Bei der Vermarkung wird nun in erster Linie jeder Winkelpunkt mit einem Grenzzeichen bezw. Grenzstein versehen; ist die Entfernung von einem Grenzstein zum andern eine sehr große, so werden je nach Bedürfnis ein oder einige Zwischensteine, sog. Laufer, auf die Grenzlinie in der Weise gesetzt, daß man stets bequem von einem Grenzstein zum andern sehen kann. — Das Setzen der Grenzsteine erfolgte früher in einfacher Weise gemeinsam durch die beiden Angrenzer, seit längerer Zeit aber pflegt dasselbe nun allenthalben durch die Feldgeschworenen oder Siebener stattzufinden, die in jeder Gemeinde aus der Zahl der unbescholtenen Männer (meist in der Siebenzahl) gewählt werden. Dieselben nehmen in Gegenwart der vorgeladenen Angrenzer das Einsetzen der Grenzsteine vor, wobei jedoch kein Zweifel über die Richtigkeit des Grenzpunktes bestehen darf; bestehen solche Zweifel oder handelt es sich (bei Grundabtretung, Teilung rc.) um Fixierung neuer Grenzpunkte, so hat stets die Bezeichnung der Grenzpunkte durch den verpflichteten Geometer vorauszugehen. Nur hiedurch ist es auch möglich, eine richtige Landesvermessung aufrecht zu erhalten.

Um über den Standort eines irgendwie zu Verlust gehenden Steines möglichst sicheren

Anhalt zu geben, legen die Feldgeschwornen vielenorts unter die zu setzenden Steine Unterlagen von unverweslichen Materialien, wie gebrannte Steine oder Zeichen, Porzellan- oder Glasscherben, Kohlenstücke; dieselben geben insbesondere auch in jenen Fällen, in welchen zur Vermarkung keine regelmäßig behauenen Steine verwendet wurden, darüber Aufschluß, ob man es mit einem Grenzstein oder einem beliebigen andern Stein zu thun hat. Diese Zeichen werden bisweilen in bestimmter, nur den vereidigten Feldgeschwornen bekannter Weise gelegt und von diesen als Geheimnis behandelt.

Unterhaltung der Vermarkung.

§ 7. Angesichts der Wichtigkeit, welche die genaue und dauernde Fixierung einer Waldgrenze hat, wie der Kosten, welche die Herstellung einer Vermarkung für einen größern Waldkomplex verursacht, ist es Aufgabe der einschlägigen Beamten, für eine entsprechende Instandhaltung der Grenzzeichen Sorge zu tragen. Diese letztern sind in mannigfacher Weise bedroht: sie werden an Wegen nicht selten umgefahren und zerbrochen, sind an Gräben, Gehängen, in weichem Boden dem Umsinken oder Abrutschen ausgesetzt, weichere Steine werden durch Verwitterung und Zerfrieren zerstört, und nur eine stete Aufsicht vermag die Grenzen in stets gutem Stand zu erhalten.

Eine solche ist daher auch Pflicht der Forstbeamten, und es hat deshalb das Forstschutzpersonal alljährlich, der einschlägige Verwaltungsbeamte wenigstens in nicht zu langen Zwischenräumen die Grenze von Stein zu Stein zu begehen, das Vorhandensein jeden Steines und dessen normalen Zustand zu konstatieren und allenfallsige Gebrechen zu notieren; die Hebung letzterer erfolgt sodann auf Anrufen durch die Feldgeschwornen unter Beiziehung der Angrenzer.

Das Geschäft des Grenzbeganges wird erklärlicher Weise in hohem Grad erleichtert, allen Irrungen bei Holzfällungen, Streunutzung u. s. w. in sicherster Weise vorgebeugt, wenn die Grenzlinien offen gehalten, von Holzwuchs, Gestrüpp, überhängenden Aesten stets gereinigt werden; nur hiedurch ist die Möglichkeit, von einem Stein zum andern zu sehen, die Grenze sofort mit Bestimmtheit zu erkennen, gegeben, während verwachsene Grenzlinien zu den mannigfachsten Irrungen und Streitigkeiten Veranlassung geben können. Man pflegt daher die Grenzlinien im Benehmen mit den Angrenzern auf mäßige Breite, etwa meterbreit, durchzufluchten und diese Grenzlinien stets von allem Holz- und Unkrautwuchs thunlichst rein zu halten.

Der Gefahr einer Beschädigung sind am meisten jene Grenzsteine ausgesetzt, welche unmittelbar an den gar häufig auf den Grenzen verlaufenden Wegen stehend dem Anfahren durch Fuhrwerke ausgesetzt sind. Man sucht diese Steine dadurch zu schützen, daß man sie tief in den Boden setzt oder ihnen durch Abweissteine, eingeschlagene Pfähle u. dgl. den nötigen Schutz gibt.

Besondere Aufmerksamkeit bedarf die Waldgrenze auch dort, wo sie längs des Feldes verlauft, indem hier Uebergriffe durch Ueberackern, Ablagern auf den Feldern zusammengelesener Steine u. dgl. nicht selten zu sein pflegen. Den sichersten Schutz gewährt in solchen Fällen ein Grenzgraben von entsprechenden Dimensionen.

3. Schutz der Waldprodukte.

Forstfrevel durch Entwendung.

§ 8. Kein Vergehen gegen das Eigentum pflegt bekanntlich häufiger zu sein, als die Entwendung von Forstprodukten, und die Statistik weist in manchen Gegenden hierüber geradezu erschreckende Zahlen auf. Die Gründe dieser Erscheinung sind mannigfache: sie sind zu suchen zunächst in der verhältnismäßig schwierigen Beschützung der Waldprodukte, insbesondere bei großen Aufsichtsbezirken, parzellierter Lage der Waldungen, dem Vor-

handensein bevölkerter oder armer Ortschaften in der Nähe und selbst inmitten der Waldungen. Im Weiteren sind viele Produkte des Waldes dem Menschen teils für sich, teils für seine Haustiere geradezu unentbehrlich: so das Holz zumal im strengen Winter, das Gras und die Streu in Jahren des Futter- und Strohmangels, — und werden nach dem alten Sprüchwort, daß Not kein Gebot kenne, troß guter Aufsicht aus dem Walde entwendet; oder es dienen diese Produkte Industriezweigen (Anfertigung von Rechen, Besen, Körben u. dgl. m.), die von der ärmeren Bevölkerung betrieben werden, welch' letztere sich auf möglichst billige Weise, d. h. also im Weg des Diebstahls, in den Besitz des Rohmateriales zu setzen sucht.

Nicht wenig trägt aber die aus früheren Zeiten stammende und im Volk noch sehr allgemein verbreitete, durch die Gesetzgebung selbst der neuesten Zeit unterstützte Anschauung von der geringern Verwerflichkeit und Strafbarkeit der Entwendung von Forstprodukten zur Vermehrung der Zahl der letztern bei. Schon die an den meisten Orten übliche Bezeichnung „Forstfrevel" an Stelle des korrekteren Wortes „Forstdiebstahl", ferner die Behandlung dieses Reates als einer Uebertretung und nicht als eines Vergehens gleich jedem andern Diebstahl, die Bestrafung desselben mit Geld, subsidiär mit Haft an Stelle der gravierlicheren Gefängnißstrafe — alle diese Momente zusammen sind sicher mit daran Schuld, wenn wir die Zahl der Forstfrevel vielfach eine so hohe werden sehen. Als deutlichster Beweis dafür, welchen Einfluß die Art der Bestrafung hier ausübt, dient die Wahrnehmung, daß die als Diebstahl bestrafte Entwendung bereits aufgearbeiteten Holzes verhältnismäßig selten vorzukommen pflegt!

Die Nachteile, welche dem Wald durch Entwendungen zugehen, sind teils gering, teils schwererer Art. Manche Entwendungen, wie Dürrholz, Gras von Oedungen, Streu aus Gräben und Wegen, schädigen den Wald direkt gar nicht, sondern nur etwa die Kasse des Waldbesitzers, während durch Grünholzfrevel der Schluß unterbrochen werden kann, Astholzfrevel die Bäume schädigen, Grasfrevel die Kulturen gefährden, wiederholte Streuentwendungen zur Vermagerung des Bodens führen. In der Nähe von Ortschaften werden durch die genannten Frevel bisweilen ganze Bestände geradezu devastiert.

Forstfrevel durch Beschädigung.

§ 9. Unverstand und Unvorsichtigkeit, Gewinnsucht, Mutwillen, Bosheit sind die Motive, aus denen Beschädigungen der Waldungen hervorgehen.

Durch Unvorsichtigkeit und Ungeschicklichkeit ergeben sich insbesondere Beschädigungen des stehenden älteren Holzes wie des jungen Naturwuchses in natürlichen Verjüngungen wie anstoßenden Beständen bei der Fällung, Aufarbeitung und Abfuhr des Holzes, nicht selten also durch unsere eigenen Arbeiter.

Beschädigungen aus Gewinnsucht stehen in engem Zusammenhang mit Entwendungen, wobei nicht selten der Schaden den Wert des entwendeten Objektes übersteigt. Hierher würde beispielsweise zu rechnen sein: das Anreißen von Nadelholzstämmen zum Zweck späterer Harzgewinnung, das Ausscharren alter Harzrisse, das Kienholzhauen, Zapfenbrechen u. s. f. Auch die oft so maßlos und devastierend im Weg des Frevels geübte Waldweide wäre hieher zu zählen.

Nicht selten sind leider auch jene Beschädigungen, welche aus Mutwillen oder Bosheit und Rachsucht dem Walde zugefügt werden: das Abbrechen oder Entrinden junger Stämme seitens mutwilliger Bursche, die absichtliche Brandstiftung seitens bestrafter Holz- und Wildfrevler mögen hier genannt sein.

Verhütung von Frostfreveln.

§ 10. Das Hauptmittel, um Forstfreveln jeder Art vorzubeugen, ist ein energisch gehandhabter Forstschutz, die Aufstellung eines ausreichenden und eifrigen Schutzpersonales,

das seitens der Verwaltungs- und Inspektionsbeamten genügend überwacht sein muß. Allerdings muß dessen Thätigkeit auch durch ein hinreichend strenges Forstgesetz unterstützt werden, da zu milde Strafen nicht die nötige abschreckende Wirkung üben; der Erlaß eines solchen liegt jedoch nicht in der Hand der Waldbesitzer und Forstbehörden, sondern in jener der Gesetzgebungsfaktoren eines Landes.

Durch zweckmäßige Dienstesinstruktionen muß die Thätigkeit des Schutzpersonales geregelt sein, eine gute Holzhauerinstruktion in Verbindung mit entsprechender Ueberwachung der Holzhauer wird den oben erwähnten Beschädigungen bei Fällung und Aufarbeitung des Holzes thunlichst vorbeugen. — Aber auch den Freveln durch Entwendung wird der größere Waldbesitzer einigermaßen vorbeugen können: durch Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse der ärmeren Anwohner des Waldes, der kleinen Landwirte und Gewerbetreibenden und thunlichste Befriedigung dieser Bedürfnisse — so durch Gestattung der Leseholznutzung, Abgabe von Waldgras und Streu in Notjahren, von Streusurrogaten jeder Art, von Besenreis, Rechenstielen und dergl. um billige Taxe.

4. Schutz gegen Waldbrände.

Entstehung derselben.

§ 11. In den weitaus meisten Fällen ist es direkt oder indirekt der Mensch, durch welchen Waldbrände entstehen, und hiedurch rechtfertigt sich wohl auch die Besprechung derselben in diesem Abschnitt; nur ausnahmsweise ist es der Blitz, der alte trocken faule Stämme entzündet, die Zahl der Fälle, in welchen dies konstatiert ist, ist jedoch eine geringe.

Die überwiegende Mehrzahl von Waldbränden entsteht nun durch Unvorsichtigkeit und Fahrlässigkeit, nicht selten unserer eigenen Waldarbeiter: so durch Anschüren von Feuer an gefährdeten Stellen, Unterlassen entsprechenden Auslöschens beim Verlassen desselben; Mangel an Vorsicht bei dem Brennen von Rasenasche, dem Verbrennen von Rinde und Reisig behufs Vertilgung schädlicher Insekten, dem Ueberlandbrennen im Hackwald u. dgl. In Weiterem entstehen nicht selten Waldbrände durch weggeworfene glimmende Zündhölzchen und Zigarrenstummel, glühende Pfeifenasche u. ä., wie dies namentlich das häufigere Vorkommen von Waldbränden in der Nähe größerer Städte, betretener Wege, an Sonn- und Feiertagen beweist.

Unglückliche Zufälle, so der Flug von Lokomotivfunken, haben schon manchen Waldbrand verursacht; endlich aber sind Mutwillen und Bosheit leider auch in gar manchen Fällen die Entstehungsgründe [2]).

Art des Auftretens.

§ 12. Man unterscheidet nach der Art des Auftretens Boden- oder Lauffeuer, Gipfel- oder Kronenfeuer, Stammfeuer und Erdfeuer.

Am häufigsten tritt das Feuer auf in Gestalt des Boden- oder Lauffeuers, entstehend durch die Entzündung des trockenen Bodenüberzuges, namentlich dürren Grases, trockener Heide, weniger des Mooses oder Laubes, welch' letzteres dicht geschichtet liegend nur schwer weiter brennt. Es sind demgemäß vor allem die jungen noch nicht geschlossenen

---

2) Eine Statistik für die bayr. Staatswaldungen pro 1877—1883 inkl. weist 509 Waldbrände nach, von welchen entstanden sind

	nachweislich	muthmaßlich
durch Blitzschlag	4	1
„ Lokomotivfunken	7	—
„ Fahrlässigkeit	47	327
„ Brandstiftung	9	64
jeder Anhalt fehlend		50

Schläge, in denen das Lauffeuer zu fürchten ist, dann ältere lichter stehende Bestände mit trockenem Bodenüberzug.

Schließen sich an den brennenden Schlag Dickungen namentlich der leicht brennbaren Föhre, so ergreift das fortschreitende Feuer die Aeste und Wipfel zuerst der jüngeren, dann wohl auch der älteren Bestände und aus dem Bodenfeuer wird das verheerende Gipfel- oder Kronenfeuer.

Stammfeuer, die Entzündung eines einzelnen Stammes, kommt nur an alten, schadhaften, trockenfaulen Stämmen vor — als Folge des Blitzschlages, durch Ausräuchern eines Marders oder wilden Bienenstockes, durch mutwilliges Anschüren von Feuer im hohlen Stamm, und tritt natürlich nur selten auf; noch seltener wohl das Erdfeuer, die Entzündung torfigen Bodens bei großer Trocknis durch irgend welche Unvorsichtigkeit [3]).

Zeit und Ort des Auftretens.

§ 13. Die meisten Waldbrände entstehen nicht, wie man wohl anzunehmen geneigt ist, im heißen Sommer, sondern viel häufiger im trockenen Frühjahr in den Monaten März, April, Mai. Die große Zahl der zu jener Zeit im Wald beschäftigten Menschen — Holzarbeiter, Fuhrleute, Kulturarbeiter — der vorhandene trockene Bodenüberzug von abgestorbenen Gräsern und Unkräutern, zwischen denen noch die schützende grüne Bodendecke nicht hervorgewachsen ist, erklären wohl diese Thatsache zur Genüge [4]).

Was die Oertlichkeiten betrifft, in denen Waldbrände besonders zu fürchten sind, so sind es vor allem die Schläge mit trockenem Bodenüberzug, in denen das Lauffeuer reichlich Nahrung findet, geringe Standorte mit ihrer leichter brennbaren Bodendecke von Angergräsern und Heide, ihrer überhaupt in höherem Grad als das Laubholz gefährdeten Nadelholzbestockung. Die Föhrenwaldungen auf armem Sandboden stehen bezüglich ihrer Gefährdung obenan und nirgends treten Waldbrände häufiger und in größerer Ausdehnung auf, als in den ausgedehnten Kiefernheiden Norddeutschlands.

Folgen der Waldbrände.

§. 14. Als unmittelbare Folge eines Waldbrandes erscheint die Zerstörung der betroffenen Bestände. Die Pflanzen, welche in den Schlägen vom Bodenüberzug umgeben stunden, verbrennen entweder direkt (Nadelhölzer) oder sterben infolge der erlittenen Beschädigungen unfehlbar ab; ebenso jene Nadelholzbestände, in welchen ein Gipfelfeuer gewütet, das die Benadelung und die schwächern Aeste verzehrt, die Stämme aber natürlich zurückläßt. — In älteren Beständen dagegen und bei Holzarten mit dickborkiger Rinde (Föhre) bleiben Lauffeuer namentlich bei nur schwächerem Bodenüberzug nicht selten ohne nachteilige Folgen, in andern Fällen dagegen kränkelt der betroffene Bestand und muß zum Hieb gezogen werden.

Zu dem direkten Verlust gesellen sich insbesondere bei größeren Brandflächen — und solche haben sich in einzelnen Fällen schon über Hunderte von Hektaren erstreckt [5]) —, deren sofortige Aufforstung nicht bewerkstelligt werden kann, noch eine Reihe anderweiter Nach-

---

3) Die oben erwähnte Statistik für die bayr. Staatswaldungen weist unter 509 Fällen nach

Bodenfeuer	416mal
„ in Verbindung mit Gipfelfeuer	70 „
„ „ „ Stammfeuer	15 „
Reines Stammfeuer	6 „
Erdfeuer	2 „

4) Von den 509 Brandfällen treffen

374	auf die Monate März, April, Mai
114	„ „ „ Juni, Juli. August
11	„ „ „ September bis Februar.

5) Vergl. die Waldbrandchronik in Heß Forstschutz S. 639.

teile: Verwilderung des Bodens durch in Menge auftretende Forstunkräuter, Vermagerung des etwa an sich geringen Bodens in Folge der Freilegung, Entstehen von Sandschollen auf zum Flüchtigwerden geneigtem Standort. Auch schädliche Forstinsekten stellen sich ein: Wurzelbrüter in den absterbenden Wurzeln und Stöcken, Borkenkäfer in dem kränkelnden Stammholz, und bedrohen, sich massenhaft verbreitend, die Nachbarbestände.

Vorbeugungs-Maßregeln.

§ 15. Als Mittel, um der Entstehung von Waldbränden einerseits, einer größern Ausdehnung derselben anderseits nach Thunlichkeit vorzubeugen, erscheinen:

Beobachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln bei Vornahme aller mit dem Anzünden von Feuer im Wald verbundenen Operationen, wie solche oben näher bezeichnet wurden; Erlaß strenger Vorschriften über das Anschüren von Feuer im Wald überhaupt an die eigenen Arbeiter; Entfernen brennbarer Bodenüberzüge in besonders gefährdeten Oertlichkeiten, also längs der Bahnlinien, an viel betretenen Wegen namentlich in der Nähe größerer Städte; Bepflanzung des Waldrandes längs der Bahnlinien, namentlich wo solche die gefährdeten Kiefernheiden durchschneiden, mit sog. Sicherheitsstreifen von Laubholz (Birken, Akazien, auf etwas besserem Boden auch Eichen).

Aufgabe der Forstpolizei wird es sein, durch die nötigen gesetzlichen Vorschriften über das Anschüren von Feuer im Wald überhaupt, den Gebrauch von Fackeln, die Reinhaltung von Eisenbahnlichtungen u. s. w. die Bemühungen des Waldbesitzers zu unterstützen.

In jenen Oertlichkeiten, in welchen die Gefahr durch Waldbrände eine besonders große ist — so also besonders in ausgedehnten Föhrenbeständen mit trocknem Standort — sucht man durch die Anlage von Brandschneißen oder Feuerbahnen, dann von Sicherheitsstreifen oder Feuermänteln wenigstens die Ausdehnung des Feuers zu beschränken, die Bekämpfung desselben zu erleichtern. Durch ein entsprechendes Netz sich rechtwinklig kreuzender Schneißen wird der Wald in mäßig große Abteilungen zerlegt, man gibt diesen zugleich als Wege dienenden Schneißen keine zu geringe Breite und hält sie stets rein von Unkraut; die senkrecht zur herrschenden Windrichtung verlaufenden Schneißen aber werden mit einem 5—10 m breiten Streifen Laubholzes bepflanzt, das als Schutz gegen Boden- wie Gipfelfeuer gute Dienste zu leisten vermag, und bezeichnet man diese Laubholzstreifen als „Feuermäntel."

Löschung von Waldbränden.

§ 16. Ein erst im Entstehen begriffener Waldbrand kann oft von einem oder einigen Menschen gelöscht werden, während derselbe, zu größerer Ausdehnung gelangt, nicht selten jeder Anstrengung spottet [6]). Rasches und energisches Eingreifen ist deshalb von größter Bedeutung, die Herbeischaffung der nötigen Arbeitskräfte, die sachgemäße Verwendung und Leitung derselben die Aufgabe des einschlägigen Forstpersonales.

Bodenfeuer wird am zweckmäßigsten durch Ausschlagen mit belaubten Zweigen gedämpft und in vielen Fällen reicht man damit aus; man rückt dem Feuer von den Seiten her zu Leibe, da Hitze und Rauch den Angriff von der Stirne oft unmöglich machen, und engt dasselbe hiedurch mehr und mehr ein bis zum völligen Erlöschen. Das Abräumen des Bodenüberzuges ist meist zu zeitraubend, bei schon größerer Ausdehnung des Feuers, stärkerem Luftzug und dadurch erschwertem Löschen aber in der Weise anwendbar, daß man in der Windrichtung in hinreichender Entfernung von der Brandstätte einen genügend breiten Streifen möglichst von allem brennbaren Material reinigt, damit das Feuer hier aus Mangel an Nahrung erlischt; die Benutzung von Schneißen und alten Wegen erleich-

6) In der bekannten Tuchler Heide brannte im Jahr 1863 binnen 3 Tagen eine Fläche von 1276 ha ab!

tert diese Arbeit wesentlich, und erweisen sich auch hier die stets rein gehaltenen Brandschneißen als sehr förderlich.

Schwieriger ist die Bekämpfung eines Waldbrandes, wenn aus dem Bodenfeuer bereits Gipfelfeuer geworden, und nicht selten macht dann das entfesselte Element, durch stärkern Wind unterstützt, jede menschliche Anstrengung vergeblich, erst dann erlöschend, wenn ihm ein breiter Kahlschlag oder die erreichte Waldgrenze Halt gebieten. Unterbrechung des Schlusses ist hier das einzige Hülfsmittel; man sucht dieselbe durch rasches Breiterhauen vorhandener Wege und Schneißen, unter Benutzung etwaiger Brandschneißen und Feuermäntel, zu erreichen und beginnt auch hier, wie bei dem oben erwähnten Reinigen von Bodenstreifen, in genügender Entfernung von der Brandstelle, um nicht während der Arbeit vom Feuer überrascht zu werden.

Als ein zwar etwas bedenkliches und darum nur bei großer Gefahr anzuwendendes Mittel, das aber in manchen Fällen gute Dienste geleistet, dient bei Bodenfeuer wie bei Gipfelfeuer das sog. Gegenfeuer: Das Anzünden des brennenen Schlages, der brennenden Dickung an der dem heranziehenden Feuer entgegengesetzten Seite, damit das letztere einen bereits abgebrannten breiten Streifen vorfindend hier erlösche. Es erfordert die Anwendung dieses gefährlichen Mittels große Vorsicht, damit durch dasselbe nicht im Gegenteil der Brand in die anstoßenden unter Wind liegenden Bestände getragen werde, und muß die Linie, längs welcher das Gegenfeuer angezündet werden soll, gut mit Arbeitern besetzt sein; der Luftzug, welcher nach einer größern Brandfläche zu von allen Seiten her zu entstehen pflegt, hat die günstige Wirkung, daß das Gegenfeuer direkt gegen den herrschenden Wind, also nach der Brandstätte zu, brennt.

Stammfeuer wird durch Verstopfen der Oeffnungen hohler Stämme vor oder nach dem Fällen derselben gelöscht, bei Erdfeuern ist die Isolierung der glimmenden Erdschichte durch genügend tiefe Gräben nötig.

Jede Brandstätte ist nach geschehenem Löschen so lange zu bewachen, bis jede Gefahr eines Wiedererwachens des Feuers vorüber ist. Thunlichst rasche Wiederaufforstung der rasch verunkrautenden oder vermagernden Brandflächen ist die weitere Aufgabe des Forstwirtes.

II. Gefährdungen durch die organische Natur.

1. Gefährdung durch Tiere [7]).

Bezeichnung der waldschädlichen Tiere.

§ 17. Die Zahl der Tiere, welche im Wald sich aufhält, ist eine außerordentlich große, viel größer, als sie dem flüchtigen Beobachter wohl erscheinen mag, da deren versteckte, teilweise auch nächtliche Lebensweise sie vielfach dem Auge entzieht. Ebenso mannigfaltig ist diese Tierwelt auch nach ihrer Art, vom stolzen Hirsch herunter bis zur unscheinbaren Larve im Holz, der Made im Innern der Raupe, und mannigfach sind dem entsprechend auch ihre Beziehungen zum Wald, der ihnen Obdach und Nahrung gibt, letztere entweder direkt durch seine Produkte oder indirekt durch die von ihm ernährten Tiere.

Ein großer Teil der Tiere des Waldes muß nun infolge seiner Ernährung durch dessen Produkte und bezw. durch Teile der von uns erzognen und gepflegten Holzgewächse direkt als schädlich bezeichnet werden: so das Haarwild, die Mäuse, die eigentlichen Forstinsekten, während andere infolge des Umstandes, daß sie waldschädliche Tiere ver-

7) Litteratur. Die gesamte forstschädliche Tierwelt umfassen folgende Werke: Altum, Forstzoologie 1882, Döbner, Handbuch der Zoologie mit besonderer Berücksichtigung jener Tiere, welche in bezug auf Forst- und Landwirtschaft wichtig sind, 1862. Ratzeburg, Die Waldverderber und ihre Feinde (7. Aufl. bearbeitet v. Judeich, 1876). Ratzeburg, Die Waldverderbnis 1868.

zehren, als **unbedingt nützlich** für den Wald bezeichnet werden müssen: so die insektenfressenden Vögel, die Raubinsekten und Ichneumonen. Eine dritte Gruppe wird nur als **bedingt nützlich** oder **schädlich** bezeichnet werden können, so z. B. die Finken, die neben Insekten auch Holzsamen, die Marder und Wiesel, die neben Mäusen auch nützliche Vögel verzehren. Eine vierte Gruppe endlich: mancherlei Insekten, die auf Unkräutern, von humosen und faulenden Stoffen leben, wird als indifferent für den Wald zu bezeichnen sein.

Unsere Aufgabe ist nun, die dem Wald **schädlichen** Tiere nach ihrer Lebensweise und ihrem durch dieselbe bedingten Schaden kennen zu lernen und die Mittel zur thunlichsten Vorbeugung, zum mehr oder minder erfolgreichen Kampf gegen sie aufzusuchen. Es gehören diese Tiere aber 3 großen Gruppen an: den **Säugetieren**, **Vögeln** und **Insekten**.

1. Schädliche Säugetiere.

§ 18. Die dem Wald schädlichen Säugetiere lassen sich in 3 Gruppen bringen, welche sich insbesondere auch durch den Einfluß, den der Mensch auf die Beschützung des Waldes gegen jede derselben zu üben vermag, unterscheiden: Es sind die **Haustiere**: Pferde, Rinder, Ziegen, Schafe, Schweine, welche zum Zweck ihrer Ernährung in den Wald getrieben werden, gegen die der Mensch den letztern vollständig zu schützen im Stande ist, insoferne die Ueberwachung des Eintriebs oder selbst das gänzliche Fernehalten derselben in seiner Hand liegt. Es sind die größeren **jagdbaren** Säugetiere — Roth-, Dam-, Reh-, Schwarzwild, Hasen, Kaninchen — die der Mensch bez. ihrer Zahl fast beliebig zu reduzieren, die größeren Arten selbst ganz auszurotten vermag, so daß die Reduktion des Schadens ihm anheimgegeben ist; es sind endlich die **kleinen Nagetiere** des Waldes — Mäuse, Eichhörnchen, Schläfer — deren Auftreten ein viel wechselnderes, von äußeren Einflüssen abhängiges, deren Bekämpfung eine viel schwierigere ist, als jene der vorher genannten Gruppe.

A. Die Haustiere.

Beschädigungen durch Weidetiere.

§ 19. Die Waldweide war früher bekanntlich von größerer Bedeutung für die Landwirtschaft uud wurde in ausgedehntester Weise geübt, vielfach bis zum direkten Ruin des Waldes — es möge nur an die namentlich durch die Ziegenweide kahl gewordenen Berge Griechenlands, Istriens; Tyrols erinnert sein! Dieselbe hat jedoch mit dem Uebergang zu einer rationellen und intensiven Landwirtschaft ihre Bedeutung vielenorts ganz verloren und hat eine solche in Deutschland fast nur noch in den Gebirgswaldungen.

Der Schaden durch die Weidetiere — Pferde, Rinder, Ziegen und Schafe — kann nun bestehen in dem Verbeißen und Abäsen der Knospen und jungen Triebe, im Benagen der Rinde, dem Zertreten oder gewaltsamen Umbiegen jüngerer Pflanzen, dem Lostreten der Erde an steileren Gehängen, dem Festtreten schweren und Auflockern leichten, losen Bodens, endlich dem Beschädigen der Entwässerungs- und Hegegräben durch den Tritt.

Es ist dieser Schaden aber zunächst ein sehr verschiedener nach der eingetriebenen Tiergattung. Während das **Rindvieh** und die **Pferde** das Gras den Holzpflanzen vorziehen, die letzteren erst beim Mangel des ersten anzugreifen pflegen, sind im Gegenteil die **Ziegen** wie es scheint von Natur mehr auf den Genuß von Laub und Knospen holziger Gewächse angewiesen, ziehen diese Nahrung dem Gras entschieden vor. Die **Schafe** nehmen zwar letzteres gerne an, doch zeigen sie in der Liebhaberei, Holzgewächse zu benagen und zu verbeißen, eine entschiedene Verwandtschaft mit den Ziegen. Letztere sind als das dem Wald schädlichste Weidetier zu betrachten und von demselben möglichst fern zu halten!

Dagegen ist der Schaden durch den Tritt bei den schweren Weidetieren, bei Pferd

und Rindvieh, entschieden größer, bei ersterem verstärkt durch den eisenbeschlagenen Huf, bei letzterem durch das häufige Ausrutschen an steilerem Gehänge bei feuchtem Wetter. Junge Pferde beschädigen durch Benagen der Rinde, das Hornvieh durch das Reiben nicht selten jüngere Stangen oder stärkere Pflanzen (Heister auf Hutängern).

Bedingungen für die Größe des Schadens.

§ 20. Außer durch die Viehgattung ist die Größe des durch die Waldweide hervorgerufenen Schadens auch durch die Art und Weise, wie der Vieheintrieb nach Zahl, Zeit, Aufsicht erfolgt, bedingt, nicht minder aber auch durch die Beschaffenheit der Bestände welche behütet werden, nach Holz- und Betriebsart, nach Alter und Standortsverhältnissen.

Wird das Vieh in zu großer Zahl in den Wald getrieben, so daß Gras- und Kräuterwuchs zu dessen Ernährung nicht ausreichen; beginnt der Vieheintrieb im Frühjahr zu bald und ehe genügend Gras gewachsen ist, wie dies namentlich nach futterarmen Jahren gerne geschieht, oder wird derselbe zu lange in den Herbst hinein fortgesetzt, nachdem das Gras schon dürr und ungenießbar geworden; fehlt es endlich an genügender Aufsicht durch eine der Zahl des Viehes entsprechende Anzahl von Hütern, so muß der Schaden natürlich ein viel größerer sein als im entgegengesetzten Falle.

Was die verschiedenen Holzarten anbelangt, so sind es eine Anzahl von Laubhölzern, die in erster Linie gerne vom Vieh angenommen werden: Rot- und Weißbuche, Esche, Eiche, Ahorn, Ulme — während die Weichhölzer dessen Angriff viel weniger ausgesetzt sind, ja zum Teil (Erle, Birke) nur ausnahmsweise verbissen werden. — Die Nadelhölzer sind im allgemeinen im minderen Maß dem Verbeißen durch Weidevieh ausgesetzt, als das Laubholz, dagegen wird ihnen dasselbe bei ihrer geringeren Reproduktionskraft verderblicher. Wo andere Nahrung fehlt, da sehen wir übrigens auch die Knospen und jungen Triebe fast sämtlicher Nadelhölzer von dem hungrigen Vieh verbissen; die ein geringes Ausheilungsvermögen besitzende Föhre wird hiedurch rasch zum Krüppel, Tanne und Fichte dagegen vermögen sich eher wieder zu erholen.

Schläge und Junghölzer leiden aus naheliegendem Grund mehr als ältere Bestände, in welch' letztern die Weide nahezu unschädlich sein kann. Auf gutem, frischen Boden ist dem Vieh reichlichere Bodennahrung geboten, der Holzwuchs bleibt infolge dessen mehr verschont, auch vermögen beschädigte Pflanzen sich leichter zu erholen und den erlittenen Verlust zu ersetzen, als auf trocknem, mageren Boden. Endlich wird sich im schlagweise bewirtschafteten Hochwald der Schaden durch Versperren der jungen Bestände auf ein Minimum reduzieren lassen, während im Plänterwald mit seinem bunten Wechsel alten und jungen Holzes ein solcher Schutz des letztern nicht möglich ist, der Schaden sonach ein größerer sein muß.

Schutzmaßregeln bei Ausübung der Weide.

§ 21. Aus dem im vorigen Abschnitt Gesagten ergeben sich der Hauptsache nach die Maßregeln von selbst, durch welche bei Ausübung der Waldweide der Schaden möglichst reduziert werden kann. Als solche erscheinen:

Zulassung der Weide nur unter Aufsicht verlässiger Hirten. Verbot der Nachthut, bei welcher jede Aufsicht unmöglich ist. Behängen des Viehes mit Glocken, um fehlende Stücke, die sich von der Herde weg in die grasreicheren Schläge geschlichen haben, leichter zu entdecken.

Beschränkung der Weide auf jene Bestände, welche bereits dem Maule des Viehes entwachsen sind; Bezeichnung der von der Hut ausgeschlossenen Schläge oder in Verjüngung stehenden älteren Bestände durch Warnungszeichen für die Hirten (Strohwische, Tafeln mit entsprechender Aufschrift). Schutz der Schläge gegen das in angrenzenden

Beständen weidende Vieh durch Verlanderung oder Schonungsgräben. Herstellung genügend breiter Triftwege zum Durchtrieb des Viehes zwischen der Hut versperrten Beständen.

Vermeiden eines zu frühen Beginns der Waldweide und zu langen Fortsetzens derselben in den Herbst hinein; Einhaltung entsprechenden Wechsels in den Weideplätzen, damit das Gras wieder genügend nachwachsen kann.

Schutz der Pflanzheister auf Hutungen durch Umdornen oder um die Heister geschlagene starke Pfähle zum Schutz gegen Benagen und Reiben des Viehes. — Unterlassen des Vieheintriebes an steilen Gehängen bei feuchtem Wetter, wenn durch das Abrutschen desselben das Lostreten des Bodens zu fürchten ist.

Wo im Gebirg selbst junge Schläge behütet werden, sollte wenigstens die schädliche Ziege dem Walde fern bleiben.

Beschädigungen durch Schweineeintrieb.

§ 22. Aehnlich wie die Waldweide hat auch der früher in ausgedehntem Maß ausgeübte Schweineeintrieb in die Waldungen meistenorts seine Bedeutung verloren: das Verschwinden zahlreicher Eichen- und Buchenwaldungen, der Anbau der als Mastfutter dienenden, alljährlich geratenden Kartoffel sind wohl als Ursachen hievon zu betrachten, und die Mastnutzung durch Schweineeintrieb findet wenigstens in den deutschen Waldungen nur in beschränktem Grade mehr statt.

Die Schweine können nun im Walde schädlich werden direkt durch ihre Nahrung, das Aufzehren von Eicheln und Bucheln, die sie auch nach erfolgter Keimung noch gierig annehmen, indirekt dadurch, daß sie bei dem Wühlen im Boden nach anderweiter Nahrung, wie Insekten, Schwämmen u. dgl. die Holzpflanzen beschädigen, oft gänzlich herauswühlen, auch die Wurzeln älterer Stämme verletzen. Auf Hutungen werden sie in ähnlicher Weise wie das Rindvieh durch das Reiben an Heistern und die damit verbundene Rindenverletzung und Wurzellockerung schädlich.

Man wird dem Schaden vorbeugen, ja unter Umständen denselben sogar in sein Gegenteil verwandeln können, wenn man den Eintrieb nur unter guter Aufsicht gestattet, jüngere Bestände ausschließt, die durch natürliche Besamung zu verjüngenden Bestände in Mastjahren aber entweder nur bis zum Abfall der Mast behütet, oder in reichen Mastjahren die Schweineherde erst nach vorheriger Sättigung in andern Beständen durch erstere treibt: die Schweine wühlen dann vorzugsweise nach sog. Erdmast, bringen hiebei den Samen gut in den Boden, lockern diesen letzteren, und reichliche, kräftige Besamung pflegt zu erfolgen.

Gegen das Reiben auf Hutungen schützen die im vorigen § angegebenen Mittel.

B. Das jagdbare Wild.

Schaden durch das Rotwild.

§ 23. Das Rot- oder Edelwild kann in unsern Waldungen unter Umständen und bei stärkerer Anzahl sehr schädlich werden, so daß beispielsweise in reich besetztem Wildpark eine Nachzucht entsprechender Bestände oft nur bei Anwendung intensiver Schutzmaßregeln möglich ist.

Diese Beschädigungen bestehen zunächst im Abäsen der Knospen und eben entwickelten Triebe der meisten Holzarten, so von Laubhölzern insbesondere der Eiche, Buche, Esche, Ahorn, von den Nadelhölzern vor allem der Tanne, dann aber auch der Fichte und Föhre; dagegen werden Birken, Erlen, Weiden fast nie angegangen. Schwächere Pflanzen gehen hiebei selbst ganz zu Grunde, stärkere suchen wohl die verlornen Teile zu ersetzen, verkrüppeln jedoch bei wiederholter Beschädigung nicht selten vollständig.

Im Weiteren sind es die Früchte der Eiche, Buche, Kastanie, die das Wild begierig aufsucht und nicht nur in den natürlichen Verjüngungen in nachteiliger Menge verzehrt, sondern auch in Saatkulturen mit großer Sicherheit zu finden weiß, Herbstsaaten hiedurch oft vollständig zerstörend; auch die Kotyledonen der Buche sind ihm eine erwünschte Aesung.

Eine der mißlichsten Untugenden des Rotwildes aber ist das sog. Schälen desselben, das Abnagen oder Abreißen der Rinde verschiedener und zwar gerade forstlich wichtiger Holzarten[8]). Dieses Schälen, nach Nördlingers Angabe schon seit Anfang dieses Jahrhunderts in Thüringen zu Hause, hat entschieden an Verbreitung zugenommen, namentlich bei starken Wildständen und knapper Ernährung[9]) und wird für viele hoffnungsvolle Fichtenstangenhölzer geradezu zum Ruin.

Das Wild benagt nun hiebei entweder im Winter die Rinde glattrindiger jüngerer Stangen (beginnende Borkebildung setzt demselben sofort ein Ende) zum Zweck seiner Sättigung, die Spuren der Zähne sind bei dieser Winterschälung an den Stangen deutlich sichtbar; oder es reißt zur Saftzeit ganze Rindenlappen los, oft weit hinauf am Baume schlitzend und durch diese aus Spielerei oder Naschhaftigkeit getriebene Sommerschälung die Bäume schwer schädigend. Beide Arten des Schälens sind hienach leicht zu unterscheiden.

Die Holzarten, die namentlich geschält werden, sind Fichte, Buche, Eiche, Weymouthskiefer, in minderem Maß Föhre, Tanne, Esche, Lärche; namentlich wird die Föhre durch die zeitig eintretende Borkebildung geschützt, während die glattrindige Buche noch als 60—70 jähriger Stamm geschält wird. Die eigentlichen Weichhölzer, auch die Birke bleiben ganz verschont.

Als Folgen dieser Beschädigungen aber treten geringer Wuchs der verletzten Stangen, unregelmäßige Stammbildung, Angriffe schädlicher Forstinsekten, Fäulnis der Schälstelle ein; bei Wind- oder Schneebruchbeschädigungen kann man beobachten, daß der Bruch vielfach an der Schälstelle erfolgt.

Endlich wäre noch die Beschädigung stärkerer Pflanzen und schwächerer Stangen durch das Fegen der Geweihe und das Schlagen zur Brunstzeit zu nennen, wodurch die betroffenen Stammindividuen meist zu Grunde gehen.

Schutzmittel hiegegen.

§ 24. Einem größern Wildschaden wird zunächst vorgebeugt werden durch Reduzierung starker Wildstände und durch Sorge für genügende Ernährung des Wildes durch Fütterung im Winter, Anlage guter Wiesen, Anpflanzung masttragender Bäume (im Wildpark). Die Anlage reichlicher Salzlecken soll dem Schälen (wohl der Sommerschälung) einigermaßen vorbeugen, ja in der Beigabe des sog. Holfeldschen Wildfutterpulvers[10]) (das namentlich Galläpfel, Eichenrinde und Anis enthält) zu den Salzlecken will man ein vollständiges Schutzmittel gegen das lästige Schälen gefunden haben.

In der Vermeidung der (auch durch andere Feinde gefährdeten) Herbstsaaten mit Eicheln und Bucheln, der Anwendung stärkerer Pflanzen, dann der Büschelpflanzung, bei welcher doch eher auf die Verschonung einzelner Pflanzen zu hoffen ist, liegen weitere Vorbeugungsmittel.

Als direktes Schutzmittel aber erscheint das Einfriedigen der Kulturflächen oder Schläge, was bei starkem Wildstand bezw. im Wildpark kaum zu umgehen ist, und wozu man in neuerer Zeit vielfach Dratzäune verwendet hat. Mit ziemlichem Erfolg hat

---

8) Vergl. Kärner, Das Schälen des Rotwildes. Thar. f. J. 30. S. 39.

9) Im Spessarter Wildpark, dann in den sehr stark besetzten Thüringer Waldungen (Gothaischen Anteils), in welchen das Wild durch Gatter vom Feld abgehalten ist, schält letzteres sehr stark, im bayr. Gebirge dagegen absolut nicht.

10) Thar. f. J. 1880. S. 84. Z. f. d. g. F. 1883. S. 556.

man ferner das Antheeren[11]) zum Schutz des Nadelholzes gegen das Verbeißen in Anwendung gebracht, indem man Steinkohlentheer in geringer Menge auf die Nadeln des Gipfeltriebes brachte, unter sorgfältiger Verschonung der Knospen, die durch denselben leiden; aus letzterem Grund hat man in neuerer Zeit eine für die Knospen unschädliche Mischung von 1/6 Theer mit 4/6 Kuhdünger, auch Bespritzen mit Kalk angewendet — der durch alle diese Mittel erzielte Schutz reicht jedoch nur für einen Winter aus.

Gegen das Schälen gibt es leider kein im Großen anwendbares Schutzmittel und nur einzelne wertvollere Stangen oder Baumgruppen können etwa durch Umdornen oder Anstrich mit widerlichen Substanzen geschützt werden.

Schaden durch Dam- und Rehwild.

§ 25. Die Nahrung des Damwildes gleicht jener des Rotwildes und der Schaden ist daher der Hauptsache nach der gleiche; doch schält dasselbe nur ganz ausnahmsweise, im stark besetzten Wildpark da und dort, so daß wenigstens diese sehr lästige Beschädigung entfällt.

Auch das Rehwild verbeißt die Knospen und jungen Triebe vieler Holzarten und kann hiedurch bei stärkerem Stand sehr lästig und schädlich werden, verzehrt Eicheln und Bucheln, schält jedoch nie. Der Schaden, den die Rehböcke durch das Fegen ihrer Geweihe anrichten, kann ein fühlbarer dadurch werden, daß dies Fegen mit besonderer Vorliebe an seltener vorkommenden, in die Schläge eingepflanzten Holzarten (Lärchen, Weymouthskiefern, Akazien) geschieht.

Gegen das Verbeißen durch Dam- und Rehwild bringt man die schon im vorigen § besprochenen Maßregeln zur Anwendung, gegen das lästige Fegen der Rehböcke schützt man etwa die eingepflanzten Holzarten (wenn deren Zahl keine zu große) durch sperrige Aeste, welche man neben den betr. Pflanzen in die Erde stößt oder mit einer Wiede an dieselben bindet.

Schaden durch Schwarzwild.

§ 26. Gleich dem zahmen Schwein geht auch das Wildschwein den Eicheln und Bucheln, sowie den eben aufgekeimten Sämlingen derselben gierig nach, zerstört dadurch insbesondere Saatkulturen, beschädigt aber auch durch sein Wühlen nach Insekten, Wurzeln und Schwämmen viele Pflanzen in den Schlägen. Im Laubholzwald wird dasselbe viel lästiger als im Nadelwald, in welchem es durch Vertilgung zahlreicher schädlicher Insekten nützlich zu werden, dem aufmerksamen Forstmann auch die Anwesenheit solcher Feinde durch sein Wühlen in den befallnen Beständen zu verraten vermag.

Wo Wildschweine in auch nur geringer Zahl vorhanden sind, wird man Saatkulturen mit Eicheln und Bucheln unterlassen und zur Pflanzung greifen müssen. Saatkämpe jeder Art bedürfen stets fester Einfriedigung, da der lockere Boden derselben die Sauen zum Brechen lockt.

Schaden durch Hasen und Kaninchen.

§ 27. Der Schaden durch Hasen ist ein mäßiger und nur im strengen Winter, wenn die Saatfelder durch Schneedecke minder zugänglich sind, ein fühlbarer; er besteht im Abäsen der Knospen namentlich der Laubhölzer (Rot- und Weißbuchen, Akazien, Ahorn, Eschen), dann im Benagen der Rinde, wobei der Hase neben Obstbäumen vor allem die Akazien, die ihm besonders zusagen, heimsucht. In Forstgärten kann er sehr lästig werden und bedürfen solche für Laubhölzer (mit Ausnahme etwa der ihm weniger zusagenden Eiche) eine hinreichend dichte Einfriedigung.

---

11) Z. f. F. u. J. 1879. S. 88 u. 103.

Viel lästiger als der Hase wird in Feld und Wald das in manchen Gegenden in großer Zahl vorkommende **Kaninchen**. Dasselbe verzehrt die Knospen nahezu aller Holzarten, verbeißt selbst Föhrenpflanzen vollständig, benagt die Rinde namentlich der Rot- und Weißbuche, Akazie, Lärche sehr intensiv, und es konzentriert sich der Schaden hiebei durch seinen steten Aufenthalt in größerer Zahl am gleichen Ort — in der Nähe seiner Baue — in viel höherem Grad, als bei dem Hasen. In der Nähe von Kaninchenbauen ist oft kaum ein Holzwuchs aufzubringen und bleiben gerne lästige Lücken in den Kulturen.

Abhülfe ist nur durch thunlichst starken Abschuß (Frettieren), Zerstören der Baue[12]), Verwendung starker durch Benagen und Verbeißen minder gefährdeter Pflanzen möglich; Saatbeete bedürfen sehr dichter Einfriedigung.

C. Die kleinen Nagetiere.

Schaden durch Mäuse[13]).

§ 28. Zwei Gattungen von Mäusen halten sich als oft lästige Gäste in unsern Waldungen auf; die Gattung Mus, ächte **Maus**, durch spitzen Kopf, große Ohren und körperlangen Schwanz gekennzeichnet, und vorwiegend durch die Wald- oder Springmaus Mus sylvaticus vertreten; dann die Gattung Arvicola, **Wühlmaus** mit dickerem Kopf, kleineren Ohren und kurzem Schwanz, durch 3 Arten repräsentiert: durch die eigentliche Feldmaus A. arvalis, die sich namentlich im Herbst vom Feld in den Wald zurückzieht, durch die Rötelmaus A. glareolus und durch die Wasserratte oder Mollmaus A. amphibius,

Der Schaden, der den Waldungen durch die Mäuse zugehen kann, ist namentlich in Laubholzwaldungen ein oft sehr bedeutender: durch das **Aufzehren der Sämereien**, der Eicheln, Bucheln, Kastanien, in Saatbeeten auch der Linden und Weißbuchen, in minderem Maß der Nadelholzsämereien; ferner durch das **Benagen** der noch zarten Rinde jüngerer Holzpflanzen während des Winters, namentlich der Weiß- und Rotbuche, auch Eiche und Esche, im Notfalle aber nahezu sämtlicher Holz- und Straucharten, teils unmittelbar am Boden, teils bis zur Höhe von einigen Metern, wobei denselben, namentlich der Rötelmaus, die Gewandtheit im Klettern zu statten kommt. Dieses Benagen geht oft bis zum völligen Abschneiden schwächerer Pflanzen, und zarte Nadelholzpflanzen werden unter der die Mäuse schützenden Schneedecke oft reihenweise abgeschoren. Die Mollmaus nagt unterirdisch selbst starke Wurzeln vollständig durch.

Jederzeit in geringerer Zahl im Wald vorhanden vermehren sich die Mäuse unter dem Einflusse warmer, trockner Frühjahre und Sommer, sowie milder Winter oft außerordentlich, sich dabei im Herbst durch Zuzug vom Felde her verstärkend. Geschützte Oertlichkeiten, wie starker Grasüberzug des Bodens, Gestrüppe, dichte natürliche Verjüngungen, starke Laubdecken ziehen sie einerseits besonders stark an, begünstigen anderseits ihre Vermehrung; dagegen werden sie durch heftige Regengüsse, trocknen Frost ohne Schneedecke, Nässe mit nachfolgendem Frost oft in kürzester Zeit bis auf geringe Reste vernichtet. Großen Abbruch thun ihnen die zahlreichen Feinde: alle Raubtiere unseres Waldes vom Fuchs bis zum Wiesel und Igel, die Raubvögel, obenan Eulen und Bussarde, dann Krähen, auch wilde und zahme Schweine verzehren die Mäuse begierig, und unter gewöhnlichen Verhältnissen wird ihre Zahl durch diese Feinde im Zaum gehalten, deren Schonung daher, soferne ihr anderweiter Schaden kein überwiegender, als **Vorbeugungsmittel** zu empfehlen sein.

Zerstörung der Brutstätten durch Entfernung des Grasfilzes und Gestrüppes

---

12) In der Nähe von Darmstadt geschieht dies bei dem dort üblichen landwirtschaftlichen Zwischenbau durch das Rajolen der Kulturflächen.

13) Vergl. **Altum**, Unsere Mäuse ꝛc. 1880.

von den gefährdeten Oertlichkeiten; Vermeidung von Herbstsaaten mit den oben bezeichneten Sämereien in Mäusejahren; Schutz der Saatbeete durch Umfassungsgräben mit steil abgestochenen Wänden und in der Sohle eingesetzten Töpfen; endlich selbst unschädliche Fütterung der Mäuse, indem man in den gefährdeten Buchenschlägen Stockausschläge und Weichhölzer fällt und gleich dem Reisig des etwaigen Nachhiebsmateriales über Winter liegen läßt, damit die Mäuse sich an den Knospen und Rinden dieser Hölzer sättigend die Pflanzen verschonen — sind als weitere Vorbeugungsmittel zu nennen. Alsbaldiges Abschneiden ringsum benagter Laubholzpflanzen im Frühjahr mindert durch den sofort erscheinenden Stockausschlag den Schaden.

Die Vertilgung der in Ueberzahl vorhandenen Mäuse wird mit einigem Erfolg nur in Saatbeeten, in denen allerdings schon eine kleinere Zahl lästig werden kann, durch Vergiftung und ausnahmsweise mit Fallen Platz greifen können. Die Vergiftung erfolgt mit Waizenkörnern oder aus Mehl gefertigten Pillen, welche mit Phosphor, Arsenik oder Strychnin vergiftet und entweder direkt in die Mauslöcher geworfen oder in Drainröhren von geringem Durchmesser ausgelegt werden. In neuerer Zeit wurde die Anwendung von ausgefälltem kohlensaurem Baryum, mit Wasser und Mehl zu einem Teig geknetet und in bohnengroßen Stücken in die Mauslöcher geworfen, empfohlen; während nämlich bei den erstgenannten Vergiftungsmitteln die nach Luft und Wasser strebenden Mäuse meist außerhalb der Löcher sterben und dadurch leicht Veranlassung zur Vergiftung nützlicher Tiere geben, bewirkt das Baryum eine sofortige Lähmung der in den Löchern vergifteten Mäuse.

Schaden durch Eichhörnchen und Schläfer.

§ 29. Die Beschädigungen des Waldes durch Eichhörnchen können namentlich in Jahren, in welchen denselben die beliebteste Winternahrung, die Eicheln, Bucheln und Nadelholzsämereien fehlen, oft sehr empfindliche sein.

Sie beißen dann zu ihrer Ernährung die Knospen, namentlich auch die kräftigen Terminalknospen der Nadelhölzer ab; minder nachteilig ist das Abbeißen der kleinern Seitentriebe der Fichte, deren Blatt- und Blütenknospen dann ausgefressen werden — die abgebissenen etwa fingerlangen Triebe, unrichtig als „Absprünge" bezeichnet, liegen oft massenhaft unter den älteren Fichten.

Großen Schaden [14]) richten die Eichhörnchen bisweilen im Frühjahr in Nadelholzbeständen durch das bald völlige, bald platzweise oder ringförmige Entrinden der Gipfel an, wobei sie die zarte Rinde verzehren, die Saftschichte ablecken; bisweilen liegt auch die abgeschälte Rinde in Fetzen am Boden und würde sonach nur die Basthaut, das Kambium verzehrt.

Auch ihre Liebhaberei für die oben genannten Holzsämereien vermag sehr lästig zu werden, namentlich in Saatbeeten; sie holen Eicheln, Bucheln, Edelkastanien aus dem Boden, die Eicheln auch nach schon erfolgter Keimung, verzehren die saftigen Kotyledonen der Buchen und können dadurch empfindlich schaden.

Das einzige Gegenmittel gegen den Schaden durch die Eichhörnchen — die auch als Nesträuber durch Vernichten nützlicher Singvögel schaden — ist entsprechende Veringerung durch Abschuß, der allerdings ohne große Schwierigkeit durch das Schutzpersonal ausgeführt werden kann.

Die sog. Schläfer oder Haselmäuse (Myoxus) kommen in ganz Deutschland vor, fallen aber als kleine, nächtliche Tiere nicht ins Auge und sind hier wohl nirgends

---

14) Aus der Schweiz ist ein Fall konstatiert, in welchem ein 13 ha großer 15—40jähriger Bestand von Fichten, Föhren und Lärchen auf solche Weise fast völlig ruiniert wurde. (Schw. Z. 1883. S. 192.)

so zahlreich, daß der durch sie verursachte Schaden — ringweises Benagen der Rinde namentlich der Rotbuche, Weißbuche, sowie auffallender Weise der Erle und Birke, dann Verzehren der Eicheln, Bucheln — ein größerer wäre und zur Abwehr nötigte. In größerer Zahl kommen sie dagegen in Krain, Kärnten, Tyrol vor und haben dort durch Entrinden junger Nadelholzstämme schon sehr namhaften Schaden verursacht. Das Bekämpfen dieses Schadens ist infolge der nächtlichen Lebensweise dieser Tierchen sehr schwierig und kann nur durch Wegfangen der Haselmäuse in Fallen geschehen[15]).

2. Schädliche Vögel.

§ 30. Die Nachteile, welche durch die Vogelwelt unseren Waldungen zugehen können, sind verhältnismäßig geringe und lokal begrenzte; ein Teil der hier zu nennenden Vögel macht sich gleichzeitig durch Insektenvertilgung wieder mehr oder weniger nützlich, andere sind jagdlich geschätzte Tiere, und wir werden bei denselben daher von Vertilgungsmaßregeln absehend uns auf einige Schutzmittel zu beschränken haben.

Das Auergeflüg, im Winter vorzugsweise auf die Ernährung durch Holzknospen angewiesen, kann sehr lästig werden, wenn es diese seine Nahrung an den Pflanzen unserer Saatbeete oder Forstgärten sucht; ein paar Stücke, den einmal angenommenen Aesungsplatz einhaltend, entwipfeln dann oft Hunderte von Fichten und Tannen. — Ueberdecken der Beete mit Schutzgittern oder mit sperrigem Reisig, Dornen ꝛc. gibt den nötigen Schutz.

Die Wildtauben verzehren sowohl Bucheln und Eicheln, wie Nadelholzsämereien und werden durch letztere Liebhaberei insbesondere auf Freisaaten im Frühjahr bisweilen schädlich, weniger in Saatbeeten, da sie nicht scharren, nur obenauf liegenden Samen verzehren. Durch öfteres Schießen an den bedrohten Plätzen sind sie leicht fern zu halten.

Der Nuß- oder Eichelhäher — nützlich als Insektenvertilger, schädlich als Nesträuber — kann durch seine Liebhaberei für Eicheln, Bucheln, Edelkastanien und durch die Sicherheit, mit welcher er diese Früchte selbst bei guter Bedeckung mit Erde zu finden weiß, in Saatkulturen und Saatbeeten oft sehr lästig werden, dieselben stark dezimieren. Bewachen der Saatplätze, Wegschießen der Häher, Decken der Saatbeete mit Dornen, sperrigen Aesten oder Schutzgittern sind die anzuwendenden Schutzmittel.

Die Finkenarten werden in Freisaaten wie Saatbeeten durch das Aufzehren der Föhren-, Fichten-, Lärchensamen, das Abbeißen der eben aufgekeimten, noch die Samenhülle tragenden Pflänzchen der genannten Holzarten oft sehr nachteilig.

Freisaaten müssen zur Strichzeit gegen die oft starken Flüge der Bergfinken bewacht werden, Saatbeete schützt man durch die bekannten Saatgitter. Als ein in neuerer Zeit mit gutem Erfolg zum Schutz der Nadelholzsaatbeete angewendetes Mittel ist das Vergiften des Samens mit roter Bleimennige (Bleioxyd) zu nennen. Ein geringes Quantum des sehr billigen und überall zu habenden Mittels reicht hin, um jedem Korn des etwas angefeuchteten Samens einen leichten Ueberzug jenes Schutzmittels zu geben[16]).

3. Schädliche Insekten[17]).

Die Forstinsekten im allgemeinen.

§ 31. Die gefährlichsten Feinde des Waldes aus der Tierwelt sind entschieden die Insekten; ihre rasche Vermehrung und ihr dadurch ermöglichtes Erscheinen in oft kolossaler

15) Heß (Forstschutz (S. 119) teilt mit, daß in Krain in Buchenmastjahren bis 800,000 solcher Haselmäuse (Billiche) gefangen, verspeist und deren Felle verkauft werden.

16) Vergl. Fürst, Pflanzenzucht S. 127.

17) Litteratur. Henschel, Leitfaden zur Bestimmung der schädlichen Forst- und Obstbauminsekten, 1876. Ratzeburg, Die Forstinsekten, 3 Teile, 1837–1844. Judeich und Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, 1885. Taschenberg, Forstwirtsch. Insektenkunde, 1874. — Vergl. auch die Litt.-Angabe bei § 17.

Zahl, ihre meist geringe Größe und hiedurch bedingte schwierige Bekämpfung und Vertilgung sind es, die sie zu solch' gefährlichen Feinden machen.

Nicht jedes Insekt, welches auf unsern Waldbäumen lebend sich von einzelnen Teilen derselben nährt, bezeichnen wir als schädliches Forstinsekt, sondern belegen mit diesem Namen nur jene, welche — sei es nun öfter oder seltener — in größerer Anzahl auftretend nicht nur den einzelnen Baum, sondern den Bestand oder gar den Wald mehr oder weniger gefährden.

Jederzeit, wenn auch in geringer Zahl und durch geringe Größe, unscheinbare Färbung und verborgene Lebensweise sich dem Auge leicht entziehend, im Walde vorhanden vermag sich eine Anzahl jener Insekten bei ihrer Fortpflanzung gebotenen günstigen Bedingungen außerordentlich rasch zu vermehren. Es läßt sich dabei nicht in Abrede stellen, daß unsere gegenwärtige Wirtschaftsweise mit ihren großen Schlägen, ihren ausgedehnten gleichalten und gleichartigen Beständen der Vermehrung mancher Insekten, insbesondere jener aus der Klasse der Kulturverderber, entschieden günstig ist, und eine Anzahl von früher viel weniger bekannten und gefürchteten Insekten hat unseren Waldungen in den letzten Jahrzehnten großen Schaden zugefügt.

Angesichts dieser Beschädigungen und stets drohenden Gefahr ist es Aufgabe jedes Forstmannes, sich mit den wichtigsten Forstinsekten, deren Lebensweise und den auf letztere gegründeten Verhütungs- und Vertilgungsmaßregeln bekannt zu machen, und es bilden diese letzteren einen wichtigen Teil der Lehre vom Forstschutz.

Zur Lebensweise der Forstinsekten.

§ 32. Strenge genommen gehört nur der letzterwähnte Teil der Insektenkunde: die Lebensweise der Forstinsekten, insoferne durch sie die Maßregeln der Verhütung und Vertilgung bedingt sind, in das Gebiet des Forstschutzes, während die Insektenkunde im allgemeinen, die Organographie, Physiologie, Systematik in das Gebiet der Zoologie zu verweisen sind. Zum leichtern Verständnis des Nachfolgenden, verschiedener wiederholt gebrauchter technischer Ausdrücke, mögen jedoch gleichwohl einige kurze Erörterungen über die Lebensweise der Insekten im allgemeinen hier folgen.

Die überwiegende Mehrzahl der Insekten durchläuft vier von einander grundverschiedene Entwicklungsstadien und damit eine vollkommene Metamorphose: Ei, Larve, Puppe und fertiges Insekt (Imago); nur eine kleine Zahl hat eine unvollkommene Metamorphose, bei welcher sich das Puppenstadium von jenem des fertigen Insektes nicht oder nur wenig unterscheidet.

Von dem Imago werden die Eier bald einzeln, bald in großer Zahl zusammen abgelegt; je nach der Jahreszeit, in welcher diese Eiablage erfolgt, schlüpfen aus denselben bald schon nach wenig Wochen, bald erst nach vorheriger Ueberwinterung die Larven.

Letztere werden nun Maden genannt, wenn sie wie bei den Fliegen fußlos sind; die Larven der Käfer zeigen hornigen Kopf und bald 3 lange Beinpaare (Engerlinge) oder nur Fußstummel, die Raupen der Schmetterlinge haben 5 oder 8 Beinpaare (erstere geringere Zahl die sog. Spannerraupen), und endlich die sog. Afterraupen der Blattwespen zeigen (mit Ausnahme der Gespinnst-Blattwespen) 9—11 Beinpaare.

Ist die Larve ausgewachsen, so verpuppt sie sich, und zeigt als Puppe entweder schon alle Teile des fertigen Imago, sich von diesem nur durch andere Färbung und ihren Ruhezustand unterscheidend — gemeißelte Puppe —, oder sie ist mit einer diese Teile verhüllenden Haut umgeben — maskierte Puppe. Dieselbe liegt entweder nackt in der Erde oder, durch einige Gespinnstfäden befestigt, in einer Rindenritze, zwischen Nadeln rc., oder sie ist mit einem schützenden dichten Gespinnst, dem Kokon, umgeben. Besteht die die Puppe umgebende Hülle aus der nicht abgestreiften Larvenhaut, so wird sie Tonne,

Tönnchen genannt. Als Beispiele seien für gemeißelte Puppen jene der Käfer, für maskierte jene der Schmetterlinge genannt; nackt liegen die Puppen des Fohrenspanners unter dem Moos, in großem Kokon die Puppen des Kiefernspinners, in Tönnchen jene der Blattwespen.

Der Verpuppung folgt eine bald nur wenige Wochen dauernde, bald aber — bei Ueberwinterung im Puppenzustand — über 6—8 Monate sich erstreckende Puppenruhe, und dieser die Entwicklung des fertigen Insekts, des Käfers, Schmetterlings u. s. f.; bei Insekten mit unvollkommener Entwicklung fehlt diese Puppenruhe. Dem Ausschlüpfen des Imago folgt in den meisten Fällen alsbald die Paarzeit, Flug- oder Schwärmzeit genannt, bei einigen Insekten jedoch auch erst nach vorheriger Ueberwinterung. In den meisten Fällen folgt der Paarzeit ziemlich rasch das Absterben der fast durchaus kurzlebigen Imagines, des Männchens nach der Begattung, des Weibchens nach der Eierablage; doch hat man bei einzelnen Insekten auch eine verhältnismäßig lange Lebensdauer beobachtet.

Auf die Größe der Vermehrung ist neben der Zahl der abgelegten Eier auch die sog. Generationsdauer von Einfluß, die Zeit, welche vom Zeitpunkt der Eierablage bis zur Schwärmzeit der diesen Eiern entsprossenen Insekten verstreicht; sie ist außerordentlich verschieden, umfaßt bei manchen Arten nur wenige Wochen, bei andern selbst mehrere Jahre, und man nennt die Generation

einfach, wenn sich alljährlich eine Generation entwickelt, wie bei den meisten Schmetterlingen,

doppelt, wenn deren zwei zur Entwicklung gelangen (Borkenkäfer, Blattwespe),

mehrfach, bei sehr kurzer, innerhalb Jahresfrist sich öfter wiederholender Entwicklung (Ichneumonen, Blattläuse),

zweijährig, wenn das Insekt zwei volle Jahre zu seiner Entwicklung bedarf (wie Holzwespe, Bockkäfer, Harzgallenwickler), endlich

mehrjährig, wenn hiezu 3 und selbst 4 Jahre nötig sind (Maikäfer).

Die Insekten werden entweder nur im Larvenzustand schädlich (so alle Schmetterlinge), oder als Imagines, wie bei einem Teil der Käfer (großer Rüsselkäfer, spanische Fliege), oder endlich in beiden eben genannten Entwicklungsstadien (so Maikäfer, Waldgärtner).

Verbreitung und Vermehrung.

§ 33. Die Verbreitung der Forstinsekten ist in horizontaler wie vertikaler Richtung eine sehr bedeutende, doch nimmt aus naheliegenden Gründen zunächst die Zahl der Arten, dann auch jene der Individuen wie gegen Norden, so auch mit der Meereshöhe ab, und im eigentlichen Hochgebirge treten nennenswerte Insektenbeschädigungen nur selten auf.

Was die gefährdeten Holzarten betrifft, so leben zwar auf manchen Laubhölzern, so z. B. der Eiche, eine große Zahl von Insekten, aber nur wenige Laubholzinsekten treten in geradezu bedrohlicher Menge auf, und die den Laubhölzern innewohnende größere Reproduktionskraft vermag die erlittene Beschädigung auch leichter wieder auszuheilen. Von den Nadelhölzern beherbergen Tanne und Lärche nur wenige schädliche Insekten, dagegen sind es zwei unserer verbreitetsten, in reinen Beständen auf ausgedehnten Flächen vorkommende Holzarten: Fichte und Föhre, welche am häufigsten und schwersten unter Insektenbeschädigungen zu leiden haben. Auf ihnen findet sich auch eine Anzahl streng monophag lebender Insekten, während eine große Zahl der auf Laubholz vorkommenden polyphag ist, die verschiedensten Holzarten angeht.

Was nun die Vermehrung der schädlichen Forstinsekten betrifft, so ist dieselbe, wie schon oben erwähnt, einigermaßen bedingt durch die Generationsdauer; im weitern sind es äußere Einflüsse, durch welche die Vermehrung der Insekten begünstigt wird: heiße

Sommer, trockene Witterung zur Zeit der Häutung der Larven, des Schwärmens, vor allem aber reichlich dargebotene Brutstätten. Dies letztere gilt insbesondere für eine Reihe von Nadelholzinsekten, die zur Ablage ihrer Brut vor allem Holz mit stockendem oder doch geschwächtem Saftfluß aufsuchen, erst bei großer Vermehrung auch notgedrungen an gesunde Stämme gehen; ihnen bieten Wind- und Schneebruchmaterial, frisch gefälltes im Walde liegendes Holz, frische Stöcke, durch vorherigen Raupenfraß kümmernde Stämme und Bestände diese Brutstätten in reichem Maß, und alle Ereignisse, durch welche solche Brutstätten in großer Menge geschaffen werden, führen gleichzeitig die Insektengefahr herbei. Oertlichkeiten, von welchen die letztere hienach ausgeht, nennen wir Insektenherde.

Dagegen treten ungünstige Witterung, heftige Regengüsse, naßkaltes Wetter der Vermehrung mancher Insekten, so namentlich der nackten Raupen hemmend entgegen; Krankheiten, sowie Pilzbildungen, welche namentlich an den Raupen und Puppen im Winterlager sich zeigen, vernichten oft die Mehrzahl derselben in kurzer Zeit; endlich aber sind es eine Reihe von Tieren, welche uns im Kampf gegen die Forstinsekten unterstützen. Als solche erscheinen die insektenfressenden Vögel: Stare, Krähen, Baumläufer, Spechte, Meisen, Drosseln, die meisten Singvögel, Kukuk, Häher, kleinere Raubvögel, Eulen; ferner eine Anzahl Säugetiere: Maulwurf, Spitzmaus, Igel, Eichhorn, Wiesel, Iltis, Marder, Dachs, Fuchs, Fledermäuse, zahme und wilde Schweine; endlich

Die nützlichen Forstinsekten.

§ 34. Mit diesem Namen bezeichnen wir jene Insekten, welche uns entweder durch Verzehren der Eier, Larven, Puppen oder Imagines schädlicher Insekten nützlich werden — wir nennen sie Räuber — oder deren Verminderung dadurch bewirken, daß sie ihre Eier in die Eier oder (häufiger) Larven anderer Insekten absetzen und durch das Schmarotzen der auskommenden Larven die ersteren tödten — Schmarotzer oder Parasiten.

Als die wichtigsten beider Arten seien genannt

1. Als Räuber: die zahlreiche Familie der Laufkäfer (Carabus), die Sandkäfer (Cicindela), Moderkäfer (Staphylinus), Buntkäfer (Clerus), Stechwespen (Vespa), Ameisen (Formica), Wolfsfliegen (Asilus).

2. Als Schmarotzer: die Raubfliegen (Tachina) und die außerordentlich zahlreiche und mannigfaltige Familie der Schlupfwespen (Ichneumon) [18]). Diese letztere möge mit Rücksicht auf ihre Wichtigkeit eine etwas nähere Besprechung finden.

Das Weibchen legt, je nach der sehr wechselnden Größe des Tieres bei größeren Arten ein Ei, bei den kleinen eine oft sehr große Zahl von Eiern in die Larven und Eier (selten wohl die Puppen) der Schmetterlinge und Blattwespen ab; die auskommenden Maden leben von den Säften des befallenen Tieres (Wirtes), bohren sich nach vollendetem Wachstum meist heraus und verpuppen sich oft in einem an der Larve hängenden Kokon. Man findet Raupenkadaver von diesen Kokons oft geradezu bedeckt; aus denselben schlüpfen nach kurzer Zeit die Imagines, und da die ganze Entwicklung nur wenige Wochen in Anspruch nimmt, so ist die Vermehrung eine sehr rasche.

Ob Raupen angestochen sind, läßt sich bei nackten und hellgefärbten Raupen an den dunkeln Stichen erkennen, außerdem unschwer durch Sektion derselben konstatieren. Angestochene Raupen fressen noch fort, kommen selbst noch zur Verpuppung, nie aber mehr zur Entwicklung als Imago.

Die Bedeutung der Ichneumonen ist teils überschätzt worden, indem man glaubte, ihnen allein die Bekämpfung eines Raupenfraßes überlassen zu dürfen, teils unterschätzt, indem man darauf hinwies, daß sie in größter Zahl sich erst dann einstellten, wenn jene

18) Vergl. Ratzeburg, Die Ichneumonen der Forstinsekten, 3 T. 1844. 1848. 1852.

Kalamität ihrem naturgemäßen Ende nahe sei. Das Richtige dürfte in der Mitte liegen. Die Ichneumonen werden nie im stand sein, einen entstehenden Raupenfraß zu verhindern, da ihre stärkere Vermehrung eben durch das Vorhandensein einer größern Zahl von Raupen, die als Wirte, als Brutstätten dienen, bedingt ist; aber sie werden gewiß dazu beitragen, deren Zahl rasch zu mindern und hiedurch die Kalamität abzukürzen.

Mittel der Abwehr.

§ 35. Die Mittel zur Abwehr schädlicher Insekten sind zu unterscheiden als Mittel der Vorbeugung und als solche der eigentlichen Vertilgung. Angesichts des Umstandes, daß die letztere bei bereits vorhandenen großen Insektenmengen schwierig, selbst geradezu unmöglich, wird es vor allem Aufgabe des Forstmannes sein, der Vermehrung der im Walde stets vorhandenen schädlichen Insekten nach Kräften vorzubeugen, mit den Mitteln der Vertilgung sofort in den ersten Stadien der Vermehrung zu beginnen.

Zu diesem Zweck ist in erster Linie geboten die rechtzeitige Entdeckung einer drohenden Insektengefahr, wie sie durch aufmerksame und fleißige Revision der Waldungen ermöglicht wird. Kenntnis der in den betr. Waldungen vorzugsweise zu fürchtenden Insekten, ihrer Lebensweise, der Oertlichkeiten, wo sie vor allem zu erwarten sind — der Insektenherde — wird hienach selbst dem einfachsten Schutzbediensteten nötig sein. Im Walde liegende Windbrüche, Schläge mit frischen Stöcken, frisch gefälltem Holz (Nadelholz), trockene Sandhügel mit geringen Beständen, kränkelnde Kulturen sind vor allem im Auge zu behalten; Bohrlöcher und Bohrmehl, Raupenkot, abgebissene Nadeln, rasch absterbende Stämme und Pflanzen, die Thätigkeit insektenfressender Vögel und Tiere (Schweine) verraten dem aufmerksamen Forstmann die sich mehrenden Feinde und lassen ihn zu rascher Hilfe schreiten.

Wir haben oben gesagt, daß eine Anzahl von Nadelholzinsekten (die Borken-, Bast- und Rüsselkäfer) ihre Brutstätten zunächst in Holz mit stockendem Saftfluß sucht: in frisch gefällten, gebrochenen oder sonst stark beschädigten Stämmen, frischen Stöcken u. dgl. Alle Mittel, durch welche wir den Insekten solche Brutstätten entziehen, werden daher als Vorbeugungsmittel zu betrachten sein: Rechtzeitige Aufarbeitung und Abfuhr oder Entrindung des Holzes, Rodung der Stöcke, Verbrennen des etwa wertlosen Astholzes einerseits, aber auch richtige Hiebsführung zur Vermeidung des Windbruches, rechtzeitige Durchforstungen als Mittel gegen Schneeschaden, Unterlassen der Führung großer Kahlschläge und ähnliche Mittel waldbaulicher Art anderseits.

Tritt aber trotz solcher Vorsichtsmaßregeln eine größere Insektenkalamität ein, wie dies namentlich nach bedeutenderen Beschädigungen des Waldes durch Sturm, Schnee, Brand, auch ohne unsere Schuld der Fall sein kann, dann sind die Mittel der Vernichtung in Anwendung zu bringen. Auch sie schließen sich eng an die Lebensweise der einzelnen Insekten an, werden in jenem Stadium der Entwicklung vorzunehmen sein, in welchem eine möglichst massenhafte und vollständige Vertilgung am ersten thunlich; sie sind hienach bei den verschiedenen Insekten natürlich sehr verschieden und werden bei deren Besprechung näher bezeichnet werden.

Größe und Beurteilung des Schadens.

§ 36. Der Nachteil, der durch die Insekten den Bäumen und Beständen zugeht, ist ein sehr verschiedener, kann sich auf einigen Zuwachsverlust und Störung freudiger und normaler Entwicklung beschränken, aber auch das Absterben der beschädigten Pflanzen und Stämme nach sich ziehen. Bei Laubhölzern tritt dies letztere nur selten und dann an Pflanzen oder schwächern Stämmen ein, dagegen sehen wir bei Nadelhölzern die stärksten Stämme und ausgedehnte Bestände in oft kurzer Zeit vernichtet.

Am gefährlichsten erweist sich stets die Zerstörung der Safthaut oder der Wurzeln, während eine Zerstörung der Blätter und Nadeln von den reproduktionskräftigen Laubhölzern überwunden wird, von den Nadelhölzern aber wenigstens dann überwunden werden kann, wenn die Knospen für das nächste Frühjahr schon ausgebildet waren; ist dies nicht der Fall, so wird ein Kahlfraß stets das Absterben nach sich ziehen, während die Laubhölzer sich mit Hilfe der Johannitriebe neu begrünen.

War die Insektenbeschädigung eine lokal eng begrenzte, so wird man sich nicht scheuen, stärker beschädigte Bestände abzutreiben; bei großer Ausdehnung des Fraßes ist es aber von Wichtigkeit, zu entscheiden, welche Bestände tötlich beschädigt seien, welche dagegen die Hoffnung auf Erhaltung und Erholung geben, damit man den Markt nicht unnötig überfülle, aber auch durch verzögerte Aufarbeitung nicht die Qualität des Holzes, die durch Stocken, Blau-Werden rc. rasch eine geringere wird, beeinträchtige.

Schlaffe Knospen, bräunliche Flecken auf Bast und Splint, allerlei Insekten unter der Rinde sind schlechte Zeichen, kräftige Knospen, gesunde Safthaut lassen, zumal auf besserem Boden und bei jüngeren Beständen, Erholung hoffen; bei letzteren wird man überhaupt mit dem Einschlag länger zögern, als bei einem an sich haubaren Bestand. — Rasche Aufarbeitung des abgestorbenen Holzes, Entrindung, Aufspalten, Aufgantern auf trockenen luftigen Lagerplätzen beugt der Qualitätsminderung möglichst vor.

Einteilung der schädlichen Forstinsekten.

§ 37. Die Einteilung und Gruppierung der schädlichen Forstinsekten kann in mannigfacher Weise erfolgen; man kann dieselben gruppieren nach ihrer systematischen Einteilung als Käfer, Schmetterlinge, Netzflügler u. s. w.; nach der beschädigten Holzart als Laub- und Nadelholzinsekten, nach dem Alter der gefährdeten Bestände als Bestandsverderber und Kulturverderber, den beschädigten Stammteilen als Holzverderber, Blattverderber, Wurzelverderber u. s. w., als technisch oder physiologisch schädliche Insekten, endlich als sehr schädliche, merklich schädliche und wenig schädliche. Wir halten es für das zweckmäßigste und übersichtlichste, diese Einteilung nach den zwei großen und der Hauptsache nach geschiedenen Gruppen der Nadelholz- und Laubholz-Insekten vorzunehmen und innerhalb jeder dieser Gruppen zunächst die Käfer, dann die Schmetterlinge und anschließend die wenigen den übrigen Insektenklassen angehörigen Insekten zu besprechen, welche sich als forstschädlich erweisen.

Dem Zweck und begrenzten Umfang vorliegender Abhandlung entsprechend müssen wir uns auf eine kurze Besprechung der schädlichsten und am häufigsten auftretenden Forstinsekten beschränken, glauben aber doch auch jene anführen zu sollen, welche, wie Harzgallenwickler, Deformitäten-Erzeuger verschiedener Art, zwar meist keinen wesentlichen Schaden verursachen, jedoch durch die auffallende Art ihrer Beschädigung die Aufmerksamkeit im Walde auf sich ziehen.

Am Schluß des Abschnittes über die Forstinsekten möge im Interesse der Uebersichtlichkeit eine Gruppierung der besprochenen Insekten nach den oben angeführten weiteren Gesichtspunkten Platz greifen.

A. Nadelholz-Insekten.

I. Käfer.

Die Borkenkäfer im allgemeinen [19]).

§ 38. Die Borkenkäfer gehören zu den gefährlichsten Feinden des Nadelholzes, indem sie, die Safthaut zerstörend, die stärker befallenen Stämme rasch zum Absterben bringen;

19) Eichhoff, Die europäischen Borkenkäfer 1881.

auch auf Laubholz kommt eine Anzahl derselben vor (s. § 64), lebt aber vorzugsweise im Splint und gefährdet die Bäume dadurch in minderem Grad. Zur Vermeidung von Wiederholungen erscheint es zweckmäßig, die Lebensweise der Borkenkäfer und die auf diese gegründeten Verhütungs- und Vertilgungsmaßregeln zuerst im allgemeinen zu besprechen.

Die erstmalige Schwärmzeit der Borkenkäfer ist im Frühjahr, bei einigen Arten schon sehr zeitig, an den ersten warmen und sonnigen Tagen des März (Frühschwärmer), bei andern erst im April und selbst Mai (Spätschwärmer). Stets erfolgt das Schwärmen nur bei günstiger Witterung, und möglichst rasch bohren sich die Käfer meist paarweise in die als Brutstätten ausgewählten Stämme bezw. Pflanzen ein. Als solche Brutstätten suchen sie nun vor allem kränkelndes Material mit etwas stockendem Saftfluß, und vermeiden bereits zu trocken gewordenes Holz, in welchem die Brut aus Nahrungsmangel zu Grunde gehen müßte, ebenso wie gesunde Stämme, in welchen der starke Harzfluß die alten Käfer töten würde. Frisch gefällte Stämme, Windbrüche, durch Schnee und Sturm beschädigte, entwipfelte, gehobene Stämme, frisches Stock- und Reisigholz sind solche ihnen vor allem zusagende Brutstätten, die sie durch den Harzgeruch gelockt auf weithin zu finden wissen; fehlen ihnen bei großer Vermehrung solche Brutstätten, so gehen sie notgedrungen an grüne Stämme, in denen allerdings anfänglich eine große Zahl durch den Harzfluß zu Grunde gehen mag, bis schließlich der durch tausende kleiner Wunden verletzte Stamm in kränkelnden Zustand gerät und nun die gewünschte Brutstätte bietet. Hierin, in dem Befallen gesunden Holzes bei großer Vermehrung, ist dann auch der oft außerordentliche Schaden begründet, den einzelne Arten anzurichten vermögen.

Die Begattung findet teils vor, teils während des Einbohrens statt, teils erst im Stamm, und in letzterem Fall wird hiezu eine größere Höhlung in die Safthaut zunächst dem Eingang eingebissen und bei der Paarung als sog. Rammelkammer benützt, von welcher dann der für die Borkenkäfer charakteristische gleichbreite Muttergang (bisweilen auch deren mehrere) ausgeht, in welchem die Eierablage erfolgt. Die Breite dieser Muttergänge ist durch die Größe der alten Käfer bedingt; dieselben verlaufen teils in und unter der Rinde, den Splint nur berührend, teils in dem Holzkörper, und werden in ersterem Fall als Rindengänge, im zweiten als Holzgänge bezeichnet, und dies sowohl, wie die Art und Weise des Verlaufes ist für die einzelnen Arten verschieden, für die Bestimmung derselben von wesentlicher Bedeutung. Man unterscheidet:

Lotgänge oder Längsgänge, in der Längsrichtung des Stammes verlaufend;

Wagegänge oder Quergänge, in peripherischer Richtung angelegt;

Sterngänge, strahlenförmig von der gemeinsamen Rammelkammer ausgehend.

Die sog. Familien- und Leitergänge (s. unten) sind keine Muttergänge.

In den sehr verschieden langen Muttergängen erfolgt nun die Eiablage, meist einzeln in links und rechts eingebissene kleine Vertiefungen, bisweilen partienweise am Ende eines kurzen Mutterganges; die Zahl der Eier, deren Ablage binnen 3—4 Wochen erfolgt, ist oft eine sehr große, steigt bis auf 100 Stück an. — Aus den Eiern entwickeln sich nun nach etwa 14 Tagen die fußlosen, schmutzigweißen Larven mit braunem Kopf und beginnen nun ihren Fraß in der Safthaut; die anfänglich sehr schmalen, mit dem Wachstum der Larve stets breiter werdenden Larvengänge stehen anfänglich ziemlich rechtwinklig zu dem Muttergang, werden beim Breiterwerden stets weiter auseinander gedrängt, da die Larven das Berühren von Nachbargängen sorgfältig vermeiden, und der Verlauf wird hiedurch, wie durch die Nähe eines andern Mutterganges und daraus hervorgegangener Larvengänge ein oft außerordentlich unregelmäßiger. Sind die Eier partienweise abgelegt worden und fressen die daraus entstandenen Larven gemeinsam, so entstehen sog. Familiengänge; Leitergänge sind kurze, zapfenartig rechtwinklig zum Muttergang stehende und nur zur Verpuppung dienende Larvengänge (s. § 46).

In der Regel aber erfolgt diese Verpuppung nach 8—10 wöchentlicher Dauer, von der Eiablage an gerechnet, am Ende der Larvengänge in eingebissenen muldenförmigen Vertiefungen, den **Wiegen**; die Puppen sind gemeißelt, zeigen alle Teile des fertigen Insekts, sind aber weiß und weich. Allmählich dunkler, gelb bis schwarzbraun werdend, entwickeln sie sich binnen etwa 8 Tagen zum Imago, das bei schlechter Witterung noch einige Tage in der Safthaut frißt, bei wärmerem trockenem Wetter aber sich durch die Rinde nach außen bohrt, **Fluglöcher** hinterlassend, um sofort zu schwärmen und alsbald eine neue Generation abzusetzen, die in den meisten Fällen noch im gleichen Jahr zur Entwicklung kommt und unter besonders günstigen Verhältnissen sogar noch schwärmt, während in den übrigen Fällen die Käfer unter der Rinde, an Stöcken, Wurzeln und sonst geschützten Orten überwinternd erst im folgenden Frühjahr schwärmen. — Für viele Arten besteht hienach eine doppelte Generation, und hiedurch, wie durch die große Anzahl der abgelegten Eier ist die außerordentliche Vermehrung der Borkenkäfer erklärlich.

Vorbeugung und Vertilgung.

§ 39. Wie bei allen Insekten, so ist auch bei den Borkenkäfern die Vorbeugung, die Verhütung einer größern Vermehrung der jederzeit in beschränkter Zahl im Wald vorhandenen Individuen von besonderer Wichtigkeit. Als Mittel hiezu dient in erster Linie die möglichste Entziehung der Brutstätten, also rechtzeitige Entfernung (oder Entrindung) des im Walde liegenden Holzes, der Windbrüche, kränkelnder Stämme, frischen Stock- und Reisigholzes; alle Wirtschaftsmaßregeln, durch welche wir schädlichen Naturereignissen, Sturmschäden, Schnee- und Duftbrüchen u. dgl. vorbeugen, sind zugleich Vorbeugungsmittel gegen die Borkenkäfer, denen durch solche Naturereignisse reichliche Brutstätten geboten werden, und alle größeren durch diese Insekten verursachten Waldbeschädigungen der Neuzeit sind Folgen von Wind- und Schnee-Beschädigungen gewesen.

Das Vorhandensein der Borkenkäfer im Walde aber erkennen wir an liegenden Stämmen an dem hellen Bohrmehl, welches die Käfer bei Anfertigung ihrer Muttergänge durch das Eingangsloch herausschaffen und das in kleinern oder größern Häufchen zwischen den Rindenschuppen liegt; am stehenden Stamm finden wir dies Bohrmehl etwa an Spinnweben hängend am untern Teil des Baumes, sehen auch die ausgetretenen weißen Harztröpfchen. Zahlreiche unregelmäßig beisammen stehende Fluglöcher sagen uns, daß die Käfer bereits ausgeflogen seien.

Als Mittel, um uns von der Zahl der vorhandenen Individuen zu überzeugen, der stärkern Vermehrung vorzubeugen und eventuell als Vertilgungsmittel im großen dienen uns nun die sog. **Fangbäume**[20]). Man versteht darunter Stämme, welche man in allen Oertlichkeiten, in welchen man die Gegenwart von Käfern vermutet, wirft, um letztere zur Absetzung ihrer Brut in den Stämmen, Stöcken, Aesten derselben zu veranlassen, sich hiedurch einen Anhalt über deren größere oder geringere Zahl und eventuell durch Darbietung weiteren und wenn nötig zahlreicheren derartigen Brutmateriales die Möglichkeit thunlichster Vertilgung zu verschaffen. Diese Fangbäume müssen zeitig und vor Eintritt der Schwärmzeit gefällt werden; im Frühjahr dient häufig das noch allenthalben unabgefahren im Wald befindliche Material zu diesem Zweck; da aber die meisten Borkenkäfer eine doppelte Generation haben, so ist es nötig, auch im Sommer frische Fangbäume den schwärmenden Käfern zur geeigneten Zeit darzubieten, wobei zu beachten ist, daß die Käfer entsprechend der wochenlang dauernden Eiablage im Sommer nicht so gleichzeitig schwärmen, wie dies im Frühjahr der Fall zu sein pflegt, und daß zur heißen Zeit die Fangbäume verhältnismäßig rasch austrocknen und nicht mehr angegangen werden. In Nadelholz-

20) Vergl. über Fangbäume die Kontroversen von **Eichhoff** und **Altum** in Z. f. F. u. J. 1882 und 1883.

revieren, in denen die verschiedensten Borkenkäfer, Früh- und Spätschwärmer, vorzukommen pflegen, wird man deshalb gut thun, nach Abfluß des von den Winterfällungen stammenden Holzes wiederholt in kürzern Intervallen solche Fangbäume zu werfen.

Dieselben sind nun fleißig zu revidieren, im Falle sie sich rasch stark besetzt zeigen sollten, zu vermehren und rechtzeitig zu entrinden. Dies Entrinden soll nicht zu bald geschehen, damit die in denselben befindlichen oder noch neu anfliegenden Käfer zur vollständigen Eierablage gelangen; sind die ältesten Larven nahezu ausgewachsen, dann entrindet man und verbrennt die Rinde, welch' letztere Maßregel namentlich dann notwendig wird, wenn größere Mengen solcher Rinden an einem Platz anfallen, die betr. Larven schon weit in der Entwicklung vorgeschritten sind, vielleicht schon im Stadium der Verpuppung sich befinden und tiefer in der Rinde liegen. Entgegengesetzten Falles genügt auch das Legen der abgeschälten Rindenstücke in die Sonne, die Safthaut nach oben — in kurzer Zeit sind die noch schwachen Larven abgestorben. Befallenes Reisig wird man verbrennen, Stockholz verkohlen oder an ungefährliche Orte abfahren lassen.

Neben der Brut der Borkenkäfer findet sich in den Fangbäumen nicht selten gleichzeitig jene verschiedener Rüssel- und Bockkäfer, die mit ersterer dann vernichtet werden. In richtiger Anwendung der Fangbäume liegt — abgesehen von größeren unsere Waldungen heimsuchenden und Insektenbrutstätten in großem Maßstab schaffenden Naturereignissen — das Mittel, die Nadelholzreviere käferrein zu erhalten.

Einteilung der Borkenkäfer.

§ 40. Man teilt die Borkenkäfer in drei Hauptgruppen:

1) Splintkäfer, Eccoptogaster, mit schief abgestutztem Hinterleib, vorwiegend im Laubholz und forstlich von geringerer Bedeutung.

2) Bastkäfer, Hylesinus, die Flügeldecken über den Absturz des Hinterleibes herabgehend, vorwiegend in Nadelhölzern und zwar stets im Bast oder flach im Splint, nie im Holz lebend, vielfach in Wurzeln brütend.

3) Eigentliche Borkenkäfer, Bostrichus, die Flügeldecken am Absturz oft eingedrückt und gezähnt, der Mehrzahl nach im Nadelholz, in geringerer Zahl im Laubholz lebend, teils unter der Rinde, teils tief im Holz die Brut absetzend, nie aber in den Wurzeln brütend.

Von der großen Menge verschiedener Borkenkäfer, welche sich in unsern Nadelholzwaldungen finden, ist es immerhin nur eine kleine Zahl von eigentlichen Borkenkäfern und Bastkäfern, die zu den in höherem Grad schädlichen zu rechnen ist und nachstehend spezielle Besprechung finden soll.

Der Fichten- oder achtzähnige Borkenkäfer, Bostrichus typographus.

§ 41. Dieser Borkenkäfer, einer der größten und wohl der verbreitetste und schädlichste, ist 4—6 mm lang, schwarz mit bräunlichgelber Behaarung und mit rötlichgelben Fühlern und Beinen; die Flügeldecken zeigen vertiefte Kerbstreifen und an der schräg abgestutzten Spitze jederseits vier gleichweit entfernte Zähne, von denen der dritte der größte ist.

Derselbe ist vorzugsweise ein Gebirgsbewohner und ist in den Mittelgebirgen unter seine Vermehrung begünstigenden Umständen schon wiederholt außerordentlich verderblich aufgetreten, während seine Vermehrung in den eigentlichen Hochlagen eine begrenzte ist. Er gehört zu den Spätschwärmern, je nach der Höhenlage im April bis Ende Mai schwärmend, und lebt fast ausschließlich in Fichten, wird nur ausnahmsweise auch in Föhren und Lärchen gefunden; stets befällt er ältere Bestände und auch in diesen wieder die stärkeren, bereits rauhborkig gewordenen untern Stammteile, nur im Notfall, bei übermäßiger Vermehrung und mangelndem Brutmaterial auch die oberen, dünnberindeten. Wie bei

allen Borkenkäfern bevorzugt auch er Holz mit stockenden Säften, frisch gefällte, vom Sturm geworfene oder geschobene, vom Schnee entwipfelte oder sonst beschädigte Stämme, schon zu trockenes Material ebenso meidend wie ganz gesunde Stämme, welch' letztere er erst dann anfällt, wenn das vorhandene kränkelnde Material zum Absatz der Brut nicht ausreicht.

Die Käfer bohren sich paarweise ein, fertigen zunächst unter der Rinde die sog. Rammelkammer, in welcher die Begattung vor sich geht und nun fertigt das Weibchen, von dieser ausgehend, den Mutter- oder Brutgang, einen bis 15 cm langen nach oben oder unten, auch nach beiden Seiten gehenden Lotgang, der von Zeit zu Zeit ein nach außen gehendes Bohrloch — Luftloch — zeigt. In rechts und links eingebissene kleine Vertiefungen legt nun das Weibchen innerhalb einiger Wochen bis gegen 100 Eier ab, aus denen etwa 14 Tage nach der Ablage die weißen Larven kriechen, die seitwärts geschlängelte stets breiter werdende Gänge in der Safthaut fressen und sich an deren Ende in einer in die Rinde eingenagten Wiege verpuppen. Sind die Stämme stark befallen, verlaufen zahlreiche Muttergänge nahe beieinander, so geht ein großer Teil der Larven wegen Mangel an Raum für ihre Gänge zu Grunde, verkümmert, ebenso vertrocknen dieselben, wenn die Brut in rasch austrocknendes Material abgesetzt oder letzteres zu raschem Trocknen durch Aufspalten, Lagern in der Sonne gebracht wurde. — Aus der anfänglich weißen gemeißelten Puppe entwickelt sich binnen etwa 8 Tagen der anfänglich hellgelbe, allmählich nachdunkelnde Käfer, der bei ungünstiger Witterung noch einige Tage um die Wiege herum in der Safthaut frißt, bei günstiger sich alsbald durch ein kreisrundes Flugloch herausbohrt; die ganze Entwicklung vom Ei bis zum Imago mag durchschnittlich 8, unter ungünstigen Verhältnissen bis 12 Wochen dauern.

Die erste Generation, je nach Schwärmezeit und Entwicklungsdauer im Juni bis Juli fertig geworden, setzt nun sofort eine zweite Brut ab, die bis zum Herbst fertig wird und dann in Gestalt unbegatteter Käfer zu überwintern und im nächsten Frühjahr zu schwärmen pflegt; doppelte Generation ist als Regel zu betrachten, Eichhoff behauptet sogar unter günstigen Umständen eine dreifache, während im eigentlichen Hochgebirge die Generation infolge späten Schwärmens und langsamer Entwicklung meist eine einfache bleiben wird.

Die große Zahl der Eier, die doppelte Generation erklären die rasche Vermehrung dieses Insektes, wenn ihm durch schädliche Naturereignisse — Wind- und Schneebruch — Brutstätten in reicher Menge geboten werden, und der durch diese Ereignisse verursachte Schaden ist nicht selten durch die nachfolgenden Insektenverheerungen noch wesentlich gesteigert worden. Alle von dem Käfer nur einigermaßen stärker befallenen Stämme sterben infolge der Zerstörung der Safthaut verhältnismäßig rasch ab, doch findet man die abgestorbenen Stämme stets schon von den Käfern verlassen.

Alle bei der Besprechung der gegen die Borkenkäfer überhaupt anzuwendenden Vorbeugungs- und Vertilgungsmittel (§ 39) erwähnten finden dem Fichtenborkenkäfer gegenüber Anwendung, und ist besonders darauf Bedacht zu nehmen, daß auch die zweite Generation eine genügende Anzahl hinreichend frischer Fangbäume vorfindet.

Nicht selten tritt gleichzeitig mit B. typographus ein demselben sehr ähnlicher, nur wenig kleinerer Borkenkäfer, B. amitinus, in Fichten, aber auch Föhren und Lärchen auf, der namentlich infolge der gleichen Zahnung des Absturzes wohl häufig mit ersterem verwechselt wurde.

Als eine der großartigsten, vorwiegend durch B. typographus verursachten Käferbeschädigungen ist der Borkenkäferfraß im böhmischen und anstoßenden bayrischen Wald in den Jahren 1871—1875 zu erwähnen, woselbst nach vorhergegangenen schweren Sturmbeschädigungen noch Millionen von Festmetern vom Käfer getötetes Holz eingeschlagen werden mußten[21]).

21) Vergl. Altum, Forstzoologie III. 1. S. 295. (1881).

Der große Kiefernborkenkäfer, Bostrichus stenographus.

§ 42. Der größte bei uns vorkommende Borkenkäfer, 6—8 mm lang, schwarz mit bräunlichgelber Behaarung, nach hinten etwas schmäler werdend, mit tief gekerbten punktierten Flügeldecken, am Absturz tief und scharfrandig eingedrückt und jederseits sechszähnig. Seine Größe schützt ihn vor Verwechslung mit anderen Borkenkäfern.

Er kommt auf den verschiedenen Pinus-Arten vor, ist jedoch viel seltener als B. typographus und fehlt in manchen Föhrengebieten gänzlich. Ein Spätschwärmer, fällt er am liebsten stärkere liegende Föhrenstämme an, bohrt sich jederzeit in den dickborkigen Teil ein und fertigt hier etwa 20 cm lange, verhältnismäßig breite Muttergänge, welche zwar als Lotgänge bezeichnet werden müssen, doch auch seitlich abweichen und sich selbst gabeln. Im übrigen gleicht seine Lebensweise jener des Fichtenborkenkäfers, auch bez. der früher mehrfach bezweifelten doppelten Generation.

Da er nur ausnahmsweise stehende Stämme anfällt, so sind besondere Vorbeugungsmaßregeln gegen ihn kaum nötig und genügt das Entrinden der von ihm im Frühjahr befallenen Fangbäume bez. des von den Fällungen her noch im Walde befindlichen Holzes wohl stets, um seine Vermehrung zu hindern.

Der sechszähnige Fichtenborkenkäfer, Bostrichus chalcographus.

§ 43. Dieser kleine Borkenkäfer ist nur ca 2 mm lang, unbehaart, fettglänzend mit dunklem Halsschild und rötlichbraunen fein streifig punktierten, gegen die Spitze zu glatten Flügeldecken, an dem eingedrückten Absturz mit je drei Zähnen beiderseits.

Er gehört zu den häufig auftretenden Borkenkäfern und kommt nicht selten gleichzeitig mit B. typographus am selben Stamm vor, wobei er dann stets die obern, dünnberindeten Stammteile bewohnt; auch an schwächerem Stangenholz findet er sich häufig. Seine Brutgänge sind sehr charakteristisch, indem sie, der geringen Größe des Käfers entsprechend, als sehr schmale Sterngänge in der Basthaut von einer mehr in der äußern Splintschichte liegenden Rammelkammer ausgehend verlaufen. Er schwärmt etwas früher als B. typographus, hat gleich diesem eine doppelte Generation und befällt, wie schon erwähnt, an stärkern Stämmen vorwiegend die obern Stammteile, hiedurch wohl häufig die befallenen Individuen in kränkelnden Zustand versetzend und zu geeigneten Objekten für die Angriffe des erstgenannten Käfers machend; der Harzfluß scheint ihm minder gefährlich zu sein, als diesem letztern.

Die Verhütungs- und Vertilgungsmaßregeln sind die schon genannten, doch dürfte zu erstern auch die Entfernung alles unterdrückten, kümmernden Materiales durch fleißige Durchforstung der Fichtenstangenhölzer zu rechnen sein.

Der krummzahnige Tannenborkenkäfer, Bostrichus curvidens.

§ 44. Der 2,5—3 mm lange Käfer ist schwarz, bräunlichgelb behaart. Das Weibchen mit gelbem Haarschopf auf der Stirne; die Flügeldecken haben tiefe Kerbstreifen, sind feinreihig punktiert, die Seitenränder des steilen Absturzes beim Männchen jederseits mit 5—7 Zähnen besetzt, wovon der 1., 2. und 5. hackenförmig gekrümmt, während das Weibchen auf jeder Seite nur 3—4 stumpfe Zähne zeigt.

Der Käfer bewohnt fast nur die Tanne, als seltene Ausnahme andere Nadelhölzer, befällt in erster Linie einzeln und exponiert stehende stärkere Bäume, Randstämme und diese meist zunächst in den obern Stammteilen. Ein Frühschwärmer, hat er jedenfalls eine doppelte Generation, die Muttergänge sind oft sehr ausgeprägte, doppelarmige Wagegänge, weichen aber nicht selten von dieser Gestalt in mannigfachster Weise durch schrägen, geknickten, zackigen Verlauf ab, werden aber nie zu Lotgängen; sowohl die Mutter- wie die

Larvengänge greifen etwas in den Splint ein, so daß sowohl die Bastseite der Rinde, wie die äußere Splintschichte der Fraßfigur zeigt, die Puppenwiegen aber liegen zum größern Teil in der Splintschichte.

Bei einigermaßen aufmerksamer Wirtschaft wird man den B. curvidens leicht auf das Maß der Unschädlichkeit beschränken können, in manchen Fällen hat er sich in Weißtannenbeständen als ein sehr lästiger Feind erwiesen. Fangbäume sind stets rechtzeitig und vor der Verpuppung zu schälen, da, wenn letztere schon eingetreten, ein großer Teil der im Splint liegenden Puppen bei der Entrindung nicht mitvernichtet wird.

Der zweizahnige (zweihakige) Kiefernborkenkäfer, Bostrichus bidens.

§ 45. Ein kleiner nur 2—2,3 mm langer Borkenkäfer, schwarz, glänzend, fein behaart, die Flügeldecken meist pechbraun mit feinen Punktstreifen; das Männchen am Flügeldecken-Absturz mit breitem, flachem und glattem Eindruck, der jederseits am obern Rand einen großen hakenförmig nach unten gekrümmten Zahn trägt.

Derselbe pflegt sich in allen größern Kiefernwaldungen zu finden, geht neben der Kiefer auch alle übrigen Pinus-Arten an, und befällt ausnahmsweise und wohl nur bei Mangel anderen passenden Brutmateriales auch Fichten. Stets sind es die dünnrindigen Stammteile — die Aeste und Zweige, die oberen glattrindigen Teile der Stämme und Stangen, die er befällt, mit besonderer Vorliebe aber geht er an jüngere bis zu 10 und 12 Jahre alte Kulturen, und hat in solchen schon sehr bedeutende Verheerungen angerichtet.

Er ist ein Spätschwärmer, und oft verschiebt sich die Schwärmperiode bis in den Juni. Von der meist ziemlich geräumigen Rammelkammer gehen 3—7 Muttergänge sternförmig aus, durch eine eigentümlich geschwungene Gestalt und das Bestreben, dieselben in der Längsrichtung des Stammes anzulegen, charakterisiert. Die geschlängelten Larvengänge greifen etwas, die Wiegen ziemlich stark in den Splint ein. Die Generation ist eine doppelte, ja nach Eichhoffs Behauptung gelangt bisweilen im Herbst noch eine dritte Generation zum Absatz, die dann im Larvenzustand überwintert; Regel ist wohl das Ueberwintern der 2. Generation als fertige Käfer. Reine Wirtschaft im Walde: Entsprechende Entfernung kümmernder Stangen im Durchforstungsweg, rechtzeitige Abfuhr des Reisigholzes, ist neben der Darbietung entsprechenden Brutmateriales in Gestalt frischen Reisigs namentlich auch in der Sommer-Schwärmperiode das Mittel der Vorbeugung gegen den oft sehr schädlichen Käfer; das Reisig der für andere Föhrenborkenkäfer gefällten Fangbäume dient als Brutmaterial für B. bidens. Nimmt man wahr, daß Kulturen von ihm befallen sind, so ist das Ausreißen und Verbrennen der kränkelnden Pflanzen als Vertilgungsmittel anzuwenden.

Der Nutzholz-Borkenkäfer, Xyloterus lineatus.

§ 46. Der 2,8—3 mm lange schwarze Käfer hat trüb gelblichbraune Flügeldecken, ebensolche Fühler und Beine, und auf den Flügeldecken drei dunkle Längsstreifen — Nath, Seitenrand und Mittelstreifen — denen er seinen Namen „lineatus“ verdankt; die Flügeldecken sind ohne Eindruck, Einkerbung oder Zähne.

Er kommt nur in Nadelholz, jedoch in allen Arten desselben vor und scheint insbesondere das Holz der Weißtanne zu bevorzugen; er befällt fast nur liegendes, frisch gefälltes Holz und dessen zurückgebliebene Stöcke, selten noch stehendes wenn auch kümmerndes Holz. Im Innern des Holzes seine Brut absetzend gehört er zu den technisch-schädlichen Insekten und zeigt in seiner Lebensweise sehr wesentliche Abweichungen von jener der übrigen Borkenkäfer.

Sehr frühzeitig, im März oder Anfang April schwärmend, befällt er sofort das zu

jener Zeit von den Winterfällungen her wohl allenthalben noch in größerer Menge im Wald befindliche gefällte Stamm- und Klafterholz, und bohrt das begattete Weibchen sich 4—5 cm tief senkrecht zur Stammaxe in das Holz ein, von hier aus seitwärts senkrecht zur Eingangsröhre und meist dem Verlauf eines Jahresringes folgend einen Muttergang fressend, in welchem die Eier in kleinen Partien abgelegt werden. Die ausschlüpfenden Larven leben im Muttergang vorwiegend wohl von den aus den Wänden desselben schwitzenden Säften, fertigen keine Larvengänge; zur Verpuppung reif, fressen sie sich eine kurze, nur 5 mm lange und senkrecht zum Muttergang stehende Puppenwiege, und diese Puppenwiegen bilden im Verein mit dem Muttergang den sog. Leitergang. Nach der Entwicklung zum Imago verlassen sie ihren Aufenthaltsort durch den Muttergang und fressen sich also nicht, wie die übrigen Borkenkäfer, eigene Fluglöcher. — Die Generation ist jedenfalls eine doppelte.

Am Klafterholz unschädlich kann der Nutzholzborkenkäfer am Stamm- und insbesondere an dem Blochholz sehr schädlich werden, indem er dasselbe durchlöchernd dessen Nutzholzwert wesentlich herunterdrückt, den Holzhändlern Veranlassung gibt, die Qualität des Holzes und dessen Wert tiefer herabzusetzen, als faktisch der Fall ist; denn da die Gänge nicht tief ins Holz gehen, so sind es nur die äußern, an sich minderwertigen Splintholzschichten, welche beschädigt werden. Immerhin kann der finanzielle Nachteil für den Waldbesitzer ein sehr bedeutender sein.

Als Mittel gegen diese Beschädigungen und gegen die Vermehrung des Käfers erscheinen: rechtzeitige Abfuhr des wertvolleren Nutzholzes vor der ersten Schwärmperiode und bezw. rechtzeitige Fällung und Verwertung desselben; Entrinden des Stammholzes, wenn dessen Abfuhr nicht rechtzeitig erfolgen kann, damit dasselbe in den äußern Schichten rasch abtrockne, da es dann vom Käfer minder gern angegangen wird. Befallenes Klafterholz wird zum Zweck des raschen Austrocknens aufgespalten — die in demselben befindliche Brut geht dann zu Grunde —, eventuell gleich dem zur zweiten Schwärmperiode geworfenen Brutmaterial, geringwertigem Stammholz, verkohlt.

Der große Kiefernmarkkäfer, Waldgärtner. *Hylurgus piniperda.*

§ 47. Der 4—4,5 mm lange Käfer ist länglich, fast walzenförmig, schwarz und glänzend, dünn behaart mit hellbraunen Fühlern und Tarsen; die mit Querrunzeln versehenen Flügeldecken sind mit groben Punktreihen und zwischen diesen mit kurz behaarten Höckerchen versehen; an dem gerundeten — weder eingedrückten noch gezähnten Absturz hört die zweite Höckerreihe, von der Nath gerechnet, plötzlich auf, so daß dieser zweite Zwischenstreif hier vertieft erscheint.

Der Markkäfer lebt vorzugsweise auf der Föhre, befällt jedoch auch alle deren Verwandte aus der Gattung Pinus, insbesondere auch die Weymouthskiefer. Er gehört zu den Frühschwärmern und fliegt in den ersten schönen Tagen des März, bisweilen noch früher, und bohrt sich dann möglichst rasch in die dickborkigen unteren Stammteile des frisch gefällten Holzes, hoher Stöcke, eventuell kränkelnder Stämme ein, hiezu stets Rindenritzen wählend, da ihm dies Einbohren hiedurch erleichtert wird; starke Bohrmehlhäufchen zwischen den Rindenschuppen verraten die Anwesenheit des Insekts.

Das Weibchen fertigt nun einen vom Eingangsloch aus mit charakteristisch gebogenem Anfang versehenen, in der Längsrichtung des Stammes verlaufenden Muttergang (Lotgang) von 8—10 cm Länge und legt, gleichzeitig mit Herstellung dieses Ganges, in links und rechts eingebissene Einkerbungen seine zahlreichen Eier innerhalb 3—4 Wochen ab; man hat deren bis zu hundert in einem Muttergang gezählt. Die nach etwa 14 Tagen ausschlüpfenden Larven fressen seitwärts geschlängelte bis 7 cm lange Gänge in Bast und Rinde, den Splint nur berührend, verpuppen sich an deren Ende in Rindenwiegen und

nach etwa 2½—3 Monaten vom Beginn des ersten Schwärmens an, also meist im Monat Juni, fliegen die ersten Käfer aus, während die später abgesetzte Brut, dann jene in rauhen Lagen, in schattig gelagertem Material erst im Juli zur Entwicklung gelangt.

Die früher allgemeine Annahme, der Markkäfer habe nur eine Generation, ist durch neuere Beobachtungen widerlegt, eine zweite Generation desselben vielfach konstatiert worden; doch scheint dieselbe einigermaßen von klimatischen Verhältnissen bedingt, und die spät erscheinenden Käfer setzen wohl zumeist eine zweite Brut nicht mehr ab, sondern beginnen sofort, gleich den fertigen Käfern der zweiten Generation, ihre weitere verderbliche Thätigkeit.

Diese besteht nun darin, daß sich die Käfer in die jüngsten — heurigen und auch vorjährigen — Triebe älterer Föhren, am liebsten der Stangenhölzer, weniger in jungen Schonungen einbohren und nun zu ihrer Ernährung die Markröhre durch einen walzenförmigen Gang ausfressen; das Eingangsloch ist hiebei häufig durch einen wallartigen Harztrichter charakterisiert. Den ausgefressenen Trieb verläßt der Käfer entweder rückwärts sich schiebend durch das Eingangsloch oder durch eine durchgebissene Oeffnung am Ende der Triebe; letztere sterben ab und bedecken, vom Wind an der Eingangsstelle des Käfers abgebrochen, oft in großer Zahl den Boden der befallenen Bestände.

Die Käfer, teilweise noch in den vom Wind heruntergeworfenen Triebspitzen steckend, überwintern in Rinderitzen, unter Moos und in der dicken Borke der untern Stammteile, in welche sie sich zu ihrem Schutz einbohren.

Der Schaden, den der Markkäfer durch seine Brut verursacht, ist nur ein geringer, da er hiezu vorwiegend das gefällte Holz, stärkere Stöcke und kränkelnde Stämme wählt und nur im Notfall an gesunde Stämme geht; dagegen kann der Schaden, den er als Käfer durch das Ausfressen der Triebe verursacht, unter Umständen ein sehr bedeutender sein. Die Wipfel der wiederholt befressenen Stangen und Stämme zeigen die merkwürdigsten Formen und Verunstaltungen, sind licht und lückig, sehen aus wie künstlich zugeschnitten (Waldgärtner!), der Wuchs der befressenen Stämme wird ein kümmerlicher und ganze Bestände — so in der Nähe von Holzlagerplätzen, Schneidemühlen zc. — verkrüppeln zuletzt; namentlich sind es die Randstämme der älteren Bestände und, wie oben schon berührt, die Stangenhölzer, welche von diesem Insekt heimgesucht werden, und für letztere muß erklärlicherweise eine derartige fortdauernde Beschädigung besonders empfindlich sein.

Als Gegenmittel erscheint nun auch hier wieder die schon mehrfach betonte „reinliche" Wirtschaft, die rechtzeitige Entfernung kränkelnden Holzes, die Abfuhr des gefällten Materiales spätestens bis Mitte Mai, damit die abgesetzte Brut mit aus dem Wald komme, andernfalls die rechtzeitige Entrindung und Verbrennung der Rinde, welch' letztere Mittel auch dann anzuwenden wären, wenn etwa das Holz in der Nähe des Waldes auf Holzstellplätzen, in Schneidemühlen zc. aufgegantert wird. — Außerdem aber sind rechtzeitig und in entsprechender Anzahl geworfene Fangbäume das wichtigste Mittel zur Bekämpfung dieses Feindes, während das ebenfalls schon empfohlene Zusammenkehren und Verbrennen der im Herbst abgefallenen ausgefressenen Zweigspitzen um deswillen nur wenig hilft, weil die Mehrzahl derselben schon vom Käfer verlassen ist.

Als besonderer Feind des Markkäfers wäre der Buntkäfer (Clerus formicarius) zu nennen, dessen gelbrötliche Larve unter der Rinde der mit Brut besetzten Föhren lebend die Larven des Markkäfers verzehrt und ganze Bruten vernichtet.

Der kleine Kiefernmarkkäfer, Hylurgus minor.

§ 48. Derselbe ist dem großen Markkäfer sehr ähnlich, auch in der Größe nur sehr wenig unterschieden, nach Binzer's Angabe durch den glänzenden Halsschild und mehr bräunliche Färbung charakterisiert; als sicherstes Kennzeichen aber ist zu betrachten, daß die bei Hyl. piniperda angegebene Unterbrechung der Höckerpunkte auf den Flügeldecken

am Absturz nicht vorhanden ist, dieselben sich vielmehr auch bei der zweiten Reihe bis zum Spitzenrand fortsetzen.

Wesentlich verschieden ist er dagegen durch seine Lebensweise, indem er vorwiegend, wenn auch nicht ausschließlich, die dünn berindeten Stammteile der Föhre befällt und als Muttergänge zweiarmige Waggänge anfertigt, so daß eine Verwechslung mit dem großen Markkäfer ausgeschlossen erscheint. — Es setzt derselbe ferner seine Brut lieber in noch stehendem, wenn auch aus irgendwelchem Grunde kränkelndem Material ab, da an gefälltem Holz jene dünnberindeten Stammteile zu rasch austrocknen, wodurch die Brut zu Grunde geht, und nicht selten ist er der Vorläufer von Hyl. piniperda, mit dem er sich auch am gleichen Stamme findet, ersterer in den untern, letzterer in den obern Stammteilen hausend.

In seiner Lebensweise gleicht er im übrigen seinem Gattungsverwandten, hat wohl auch wie dieser unter günstigen Umständen doppelte Generation, und beschädigt als Käfer Stangen und Stämme in gleicher Weise durch das Ausfressen der Triebspitzen. Dagegen scheint er seltener zu sein und fehlt an manchem Ort, wo der große Markkäfer häufig auftritt, fast gänzlich, während das Umgekehrte nicht leicht der Fall sein wird.

Auch die Mittel der Vorbeugung und Vertilgung sind die gleichen, doch wird man als Fangmaterial mehr schwächeres, dünn berindetes Holz fällen und Sorge tragen müssen, daß dasselbe nicht zu rasch austrockne, da es dann vom Käfer nicht mehr angenommen wird.

Sonstige Bastkäfer, Hylesini.

§ 49. Von der ziemlich großen Zahl derselben mögen noch folgende, welche an manchen Orten schon größeren Schaden verursacht haben, Erwähnung finden:

Der schwarze Kiefernbastkäfer (Hylastes ater) und der schwarze Fichtenbastkäfer (Hylastes cunicularius) sind beide Kulturverderber und beide nur als Käfer schädlich. Sie setzen ihre Brut an die Wurzeln der frischen Nadelholzstöcke auf den Schlägen im Frühjahr nach der Fällung ab, die sich dort in unschädlicher Weise unter der Rinde und in den äußern Holzlagen entwickelt; die Käfer dagegen befallen die jungen Föhren- und Fichtenschläge, befressen und ringeln die zarte Rinde und die unter derselben liegende Basthaut, hiedurch die Pflanzen zum Kränkeln und vielfach selbst zu raschem Absterben bringend.

Als Vorbeugungsmittel erscheint das möglichst sorgfältige Roden der Stöcke samt den Wurzeln, das Legen von Fangkloben als Brutmaterial, insbesondere auch für die zweite im Sommer schwärmende Generation, das Vermeiden des sofortigen Anbaues der frischen Schlagflächen, da die gesetzten Pflanzen durch die auskommenden Käfer in hohem Grad gefährdet wären. Als Mittel der Vertilgung ist neben den als solches zu betrachtenden Fangkloben, die nach erfolgtem Absatz der Brut entrindet oder noch besser verbrannt oder verkohlt werden, das Ausziehen und Verbrennen der kränkelnden mit Käfern besetzten Pflanzen zu betrachten.

Der große Fichtenbastkäfer, Dendroctonus micans, der größte bei uns vorkommende Borkenkäfer, 8—9 mm lang, schwarz mit langer gelbschimmernder Behaarung, lebt nur an der Fichte, und zwar befällt der spät schwärmende Käfer stärkere stehende Fichten, auch frische Wurzelstöcke derselben; hier bohrt sich das Weibchen meist ziemlich tief am Boden ein und legt seine Eier an verschiedenen Stellen des bis 20 cm langen Mutterganges partienweise ab. Die ausschlüpfenden Larven fressen in unregelmäßigen Gruppen gemeinsam die Safthaut — Familiengänge —, verpuppen sich im Juli und August und setzen wohl meist eine zweite Generation ab, die dann als Larve und Puppe, teilweise als Imago überwintert. Die Anwesenheit des Käfers in den Bäumen ist durch das ausfließende an der Luft erhärtende Harz an den Eingängen der Bohrlöcher zu erkennen.

Der Schaden, den der Käfer manchen Orts (Harz, Thüringen) angerichtet hat, war bisweilen schon ein bedeutender, zumal der Käfer vollkommen gesunde Stämme anfällt und durch den starken Harzfluß nicht in seiner Entwicklung gehemmt erscheint. Fällen und Entrinden der befallenen Stämme, Roden oder Entrinden der Stöcke sind die gegen ihn anzuwendenden Mittel, Fangbäume dagegen ausgeschlossen.

Der große braune Rüsselkäfer, *Hylobius abietis*.

§ 50. Dieser 8—12 mm lange und 4—6 mm breite Käfer mit mäßig langem starkem Rüssel ist dunkel- bis rotbraun, mit gelben Zeichnungen zwischen den Augen, an den Seiten des Halsschildes und Hinterleibes, dann auf den Flügeldecken, welche Zeichnungen durch zu Flecken zusammentretende gelbe Haarschüppchen entstehen, auf den Flügeldecken als Querbinden erscheinen und am frischen Käfer lebhaft hervortreten, allmählich aber sich abreiben.

Ueber die Lebensweise dieses ebenso schädlichen wie zahlreich auftretenden Käfers — derselbe wird da und dort nach Millionen gesammelt! — besteht nun merkwürdigerweise bis in die Neuzeit eine große Unklarheit und bezw. Verschiedenheit der Ansichten unter selbst bewährten Forschern, so zwischen Altum und Eichhoff[22]), von denen der erstere eine zweijährige Generation auf Grund seiner Beobachtungen behauptete, während letzterer eine solche entschieden bestritt und selbst eine doppelte Generation für wahrscheinlich erklärte. Der Umstand, daß man zu gleicher Zeit frische und (den abgeriebenen Flügeldecken nach) schon länger lebende Käfer, dann Larven in jedem Stadium der Entwicklung antraf, führte den einen zu dieser, den andern zu jener Erklärung. Eine Reihe von Beobachtungen, die Oberförster v. Oppen[23]) in sehr exakter Weise mit möglichst naturgemäs eingezwingerten Käfern angestellt hat, führte zu höchst interessanten Resultaten und scheint in die Generationsverhältnisse des Rüsselkäfers Licht gebracht zu haben.

Nach dessen Beobachtungen ist die Lebensdauer des Käfers eine sehr lange, bis zu zwei Jahren; die je nach der Oertlichkeit und der Frühjahrstemperatur im April oder Mai aus dem Winterschlaf erwachenden oder auskriechenden Käfer begatten sich alsbald und setzen ihre Brut an den frischen Stöcken und Wurzeln der im Winter abgetriebenen Nadelholzstämme ab, wiederholen aber Begattung und Eiablage während des ganzen Jahres, so daß man in den befallenen Stöcken und Wurzeln die gelblichweißen Larven mit großem braunem Kopf, welche zuerst zwischen Holz und Rinde fressen, allmählich aber tief in den Splint eingreifen, im Sommer und Herbst in dem verschiedensten Stadium der Entwicklung finden kann. Die abwärts gehenden geschlängelten Larvengänge sind mit Wurmmehl gefüllt, und an deren Ende verpuppen sich die aus den zuerst abgelegten Eiern entstandenen Larven, die eine Größe bis zu 18 mm erlangen, in einer Wiege, überwintern als Puppen oder Käfer, während die später erschienenen Larven als solche überwintern. Im Frühjahr erscheinen nun die jungen und mit denselben aber ein Teil überwinterter alter Käfer, während des ganzen Sommers fort kommen aber neue Käfer aus der im Vorjahre später — im Juni, Juli, August — abgesetzten Brut zum Vorschein, so daß sich hiedurch jederzeit Käfer des verschiedensten Alters vorfinden.

Als Generations-Dauer haben v. Oppen's Versuche, in rauhem Klima angestellt, durchschnittlich 15 Monate ergeben, für eine Anzahl Individuen auch nur 12 Monate, und es dürfte wahrscheinlich für milderes Klima die Generation eine einjährige sein. — Eine bestimmte Schwärmzeit würde es nach diesen Versuchen gleichfalls nicht geben, Ausschlüpfen und Paarung der Käfer vielmehr während des ganzen Sommers erfolgen; dagegen wird

22) Z. f. F. u. J. 1884. S. 140 und S. 473.
23) Z. f. F. u. J. 1885. S. 81 und 141.

erklärlicherweise im Frühjahr und Frühsommer die Zahl der Käfer eine besonders große sein, da hier die überwinterten alten und die neu ausschlüpfenden jungen Käfer zusammentreffen.

Altum dagegen behauptet eine zweijährige Generation, Schwärmen und Eiablage im April und Mai, Ueberwintern der Larven, Verpuppung im Mai und Juni des zweiten Jahres; die nach 2—3wöchentlicher Puppenruhe erscheinenden Käfer würden dann erst im nächsten Frühjahr schwärmen.

So unschädlich nun die Brut des Käfers ist, so schädlich wird letzterer selbst durch seinen Fraß an jungen Pflanzen. Er benagt platzweise die zarte Rinde an Stamm und Aesten schwacher Föhren- und Fichtenpflanzen, während er schon härter gewordene Rinde meidet, geht jedoch auch die Pflanzen der übrigen Nadelhölzer, ja im Notfall selbst Laubhölzer an. Die befressenen bezw. benagten Plätze erstrecken sich bei schwachen Pflanzen oft um den ganzen Umfang des Stämmchens und haben dann, oder wenn sie in größerer Zahl an einer Pflanze vorhanden, ein oft rasches Absterben, bei minderer Ausdehnung der Beschädigung ein Kränkeln und Kümmern der Pflanzen zur Folge.

Bez. der Lebensweise des Käfers sei noch bemerkt, daß derselbe nach dem Ausschlüpfen und erfolgter Paarung zum Absetzen seiner Brut den frischen durch den Harzgeruch ihn von weither anlockenden Schlagflächen zustrebt, auf denselben allmählich seine Brut an die zutage tretenden oder flach unter der Erde liegenden Wurzeln absetzt und sich gleichzeitig von der Rinde vorhandenen Anfluges, frischem Reisig &c. nährt; besonders günstig wird es für ihn sein, wenn solche frische Schlagflächen sofort ausgepflanzt wurden, da ihm dann Brut- und Fraßmaterial zu gleicher Zeit geboten sind. Fehlt ihm letzteres, so begibt er sich laufend nach den anstoßenden Kulturen, dort die Pflanzen befressend und in dem vorhandenen Bodenüberzug später sein Winterlager suchend.

In den Nadelholzwaldungen ist er wohl jederzeit in beschränkter Zahl vorhanden, seine Menge kann, wenn ihm durch die Art und Weise der Bewirtschaftung (Kahlhieb ohne Stock- und Wurzelrodung) oder durch Elementarereignisse (Sturm, Schneebruch) Brutstätten in frischen Stöcken und Wurzeln reichlich dargeboten werden, in kurzer Zeit ins Ungeheuere anwachsen [24]) und der durch ihn angerichtete Schaden in Kulturen ein sehr bedeutender werden; angesichts dessen ist es nächste Aufgabe des Forstmannes, dieser Vermehrung *vorzubeugen*.

Das sicherste Vorbeugungsmittel aber ist das *vollständige Roden* der Fichten- und Föhrenstöcke *samt Wurzeln*, wo immer dies die Absatzverhältnisse gestatten, und zwar am zweckmäßigsten im Spätsommer des ersten Jahres, zu welcher Zeit ein großer Teil der Brut an dieselben abgesetzt ist und mit dem Stockholz aus dem Wald geschafft wird. Die bloße *Baumrodung*, bei welcher eine große Menge von Wurzeln oberflächlich abgehauen im Boden verbleibt, genügt nicht.

Man wird ferner vermeiden, durch sofortigen Anbau der im Winter gehauenen Kahlschläge — zumal wenn keine gründliche Stock- und Wurzelrodung stattfinden konnte — dem Käfer Brut- und Fraßmaterial auf derselben Fläche zu bieten, sondern wird die Schläge *ein* und besser noch zwei Jahre liegen lassen, um die Gefahr der Beschädigung der Pflanzen durch die auf der Kulturfläche ausschlüpfenden Käfer abzuwenden.

Die vorhandenen Käfer aber sucht man möglichst auf den Stätten ihrer Entstehung, den vorjährigen Schlagflächen, abzufangen und unschädlich zu machen, indem man ihnen Fraßmaterial in Gestalt frisch geschälter Rinde von Fichten- und Föhrenstangen (sog.

---

24) Im sog. Reichswald bei Nürnberg konnte man, dank intensiver Stock- und Wurzelrodung, vor dem Jahr 1868 nur mit Mühe einzelne Käfer finden; nach dem Schneebruch vom Jahr 1868, dem Sturmschaden vom Jahr 1870, durch welche jene Rodung unmöglich gemacht wurde, konnte derselbe nach wenig Jahren in Millionen gesammelt werden!

Fangrinde) oder von Büscheln frischen Reisigs darbietet, von welchen in ersterem Fall die auf der Innenseite an der Basthaut fressenden Käfer abgelesen, in letzterem abgeklopft werden können. Zugleich bietet man ihnen durch seicht eingegrabene berindete Fichten- und Föhrenknüppel Brutmaterial dar, letzteres im Herbst verkohlend.

Durch Fanggräben, etwa 30 cm breit und tief mit möglichst senkrecht abgestochenen Wänden und von Zeit zu Zeit eingestochenen tiefen Falllöchern, schützt man die an die Brutstätten stoßenden Kulturen gegen das Ueberlaufen der nach Nahrung und geschützten Winterquartieren suchenden Käfer, dieselben in den Gräben vernichtend. Terrainverhältnisse, steiniger oder sehr lockerer Boden können die Anlage solcher Fanggräben verhindern, und es muß dann das Fangen der Käfer in den Kulturen angewendet werden. Durch Fangrinde, welche man mit der Basthaut nach unten in dieselben legt, oder durch Fangkloben, etwa meterlange Trumme frisch gefällter Fichten- und Föhrenstangen, denen man einen etwa 5 cm breiten Längsstreifen Rinde genommen hat und die mit diesem Streifen nach unten zwischen die Pflanzenreihen gelegt werden, sucht man in befallenen Kulturen die Käfer anzulocken und sammelt allmorgentlich die an der Safthaut fressenden Käfer, sie zu Hause durch Ueberbrühen mit kochendem Wasser tötend. Rinde und Kloben müssen öfter erneuert werden.

Bemerkt möge endlich noch sein, daß durch die Kahlschlagwirtschaft die Vermehrung der Rüsselkäfer entschieden begünstigt wird, während bei natürlicher Verjüngung, wie sie in Fichtenbeständen oder in aus Laub- und Nadelholz gemischten Beständen vielfach stattfindet, der Käfer nur in beschränktestem Maße auftritt.

Der kleine braune Rüsselkäfer, Weißpunktrüsselkäfer, Pissodes notatus.

§ 51. Der Käfer ist 6—8 mm lang, dunkelrotbraun mit hellen Haarschüppchen unregelmäßig bepudert, auf dem Halsschild mit einer Anzahl deutlicher weißer Punkte; auf den Flügeldecken zwei rostfarbene weiß und gelb beschuppte Querbinden, deren vordere an der Nath unterbrochen ist; der Rüssel ist ziemlich lang und fein.

Der Käfer schwärmt im Mai, und legt dann das Weibchen seine Eier in kleinen Partien vorzugsweise unter die Quirltriebe junger 5—10jähriger Föhrenpflanzen — auch an andere Pinus-Arten, nie aber an Fichten oder Tannen — sowie, wenn auch seltener, an kränkelnde Stangen in feine mit dem Rüssel eingebohrte Stichlöcher. Die nach kurzer Zeit ausschlüpfenden Larven, gelbweiß mit braunem Kopf, fressen in der Basthaut abwärts geschlängelte allmählich breiter werdende Gänge, an deren Ende sie sich in einer im Holz liegenden, mit Fraßspänen ausgepolsterten und bedeckten Splintwiege im Lauf des Monat Juli verpuppen. Im August verläßt der Käfer durch ein rundes, die Rinde durchbrechendes Flugloch die Wiege und überwintert unter Moos, in Rinderitzen; Eichhoff behauptet neuerdings eine doppelte Generation auch dieses Käfers, was aber nach unsern eigenen Beobachtungen nicht der Fall zu sein scheint.

Der fertige Käfer befrißt nicht, wie der große Rüsselkäfer, die Rinde, sondern sticht dieselbe lediglich mit seinem Rüssel zum Zweck des Saftsaugens an, und die Pflanzen zeigen oft eine große Zahl solcher feiner, durch einen Harztropfen kenntlicher Stichpunkte. Viel schädlicher aber werden die Larven, die durch das Zerstören der Safthaut das Kränkeln und sehr vielfach das Absterben der Pflanzen verursachen, bei zahlreichem Erscheinen die Kulturen stark durchlichten, so daß der allerdings seltener als Hyl. abietis auftretende kleine Rüsselkäfer an vielen Orten zu den sehr schädlichen Kulturverderbern zu zählen ist.

Als sicherstes Gegenmittel ist das Vernichten der Brut durch Ausreißen und Verbrennen der mit Larven besetzten Pflanzen zu betrachten; letztere sind Ende Juni, Anfang Juli an den welk werdenden und sich senkenden jungen Trieben leicht zu erkennen und

werden von den die Kulturen wiederholt durchgehenden Arbeitern ausgerissen. Bei Anwendung dieses Mittels mehrere Jahre nach einander wird es stets gelingen, des Käfers Herr zu werden. — Auch er befällt gerne kränkelndes, etwas stärkeres Material — solches wird man also rechtzeitig entfernen, ebenso etwa mit seiner Brut besetzte Stangen.

Sonstige Rüsselkäfer.

§ 52. Aus der großen Zahl der Rüsselkäfer wären hier noch folgende, stellenweise oft ziemlich schädliche Nadelholz-Rüßler zu nennen.

Der Kiefernstangen-Rüsselkäfer, Pissodes piniphilus. Dieser kleine Käfer, braun mit je einem charakteristischen größern rostgelben Flecken auf den Flügeln, lebt in den dünnrindigen obern Stammteilen der Föhrenstangen, aber auch der ältern Stämme; dort legt das Weibchen einzeln in eingestochene Löcher seine Eier ab, und die auskommenden Larven zerfressen in geschlängelten breiter werdenden Gängen die Safthaut, sich zuletzt in kleinen Splintwiegen verpuppend. Die Schwärmzeit ist im Juni, die Generation einjährig. Die von dem bisher wenig beachteten, aber doch verhältnismäßig häufig auftretenden Insekt befallenen Stangen und Stämme fangen bei einigermaßen stärkerer Besetzung an zu kränkeln und gehen schließlich in oft nicht geringer Zahl ein, so daß die Bestände sich lichten und der Schaden ein bedeutender werden kann. Als Gegenmittel wurde[25]) mit Erfolg das Fällen der befallenen Stangen und Stämme, kenntlich an den austretenden weißen Harztropfen, die namentlich an sonnigen Tagen gut wahrzunehmen sind, angewendet; ein Entrinden ist nicht nötig, die Larven gehen in dem austrocknenden Holz zu Grunde.

Der Harzrüsselkäfer, Pissodes hercyniae, etwa 6 mm lang, schmal, fast schwarz mit zwei feinen weißgelben Binden über die Flügeldecken, ist im Harz und Erzgebirg schon sehr schädlich aufgetreten, befällt nur Fichten und zwar vorwiegend in ältern 60—100j. Beständen, wobei das Weibchen nach der Schwärmperiode im Mai und Juni seine Eier unter die Rindenschuppen ganz gesunder Stämme ablegt; die Larve frißt in geschlängeltem Gang in der Safthaut, sich schließlich in einer im Splint liegenden, mit Spänen gepolsterten Wiege verpuppend und zwar nach Altums Angabe erst im Sommer des folgenden Jahres, so daß hienach die Generation als eine zweijährige erscheint. Stärker befallene Stämme kränkeln und sterben schließlich ab, in den kränkelnden Stämmen finden jedoch auch andere schädliche Insekten, Borkenkäfer obenan, willkommene Brutstätten. Die austretenden weißen Harztröpfchen verraten dem geübten Auge die befallenen Stämme, und wo der Käfer in größerer Zahl auftritt, läßt man die Bestände von darauf einexerzierten Arbeitern wiederholt durchgehen, die Käferbäume bezeichnen und alsbald fällen und entrinden.

In ähnlicher Weise beschädigt der Tannenrüsselkäfer, Pissodes piceae, ältere Tannen, tritt jedoch minder häufig und zahlreich auf.

Der Maikäfer, Melolontha vulgaris.

§ 53. Dieses Insekt beschädigt als Käfer zwar vorwiegend nur Laubhölzer, dagegen wird die Larve vor allem auch den Nadelholzschlägen durch ihre Wurzelzerstörungen lästig, und hiedurch erscheint die Besprechung unter den Nadelholzinsekten gerechtfertigt.

Die Gestalt des Käfers ist eine allbekannte und eine Beschreibung wohl überflüssig; die Geschlechter sind an den Fühlern leicht zu unterscheiden, welche beim Männchen schön gekämmt, beim Weibchen fadenförmig sind. Die Larve, Engerling genannt, ist in ausgewachsenem Zustand 4—5 cm lang, mit dickem gelbbraunen Kopf, sechs langen Brustfüßen, der Körper gekrümmt, gelblichweiß, mit dickem, in Folge des durchschimmernden Kothes bläulich gefärbten After, die Puppe ist bräunlichgelb mit zweispitzigem After, die Eier eiförmig, gelblichweiß und etwa hanfkorngroß.

25) F. Zbl. 1885. S. 144.

Was nun die Lebensweise des Maikäfers betrifft, so schwärmt derselbe je nach klimatischen Verhältnissen bald früher bald später im Monat Mai, in rauhen Lagen selbst bis Anfang Juni. Das Weibchen sucht sich nach der Begattung zur Ablage seiner Eier möglichst freie Flächen mit lockerem, unbewachsenem Boden, der ihm das Eindringen behufs Eierablage erleichtert, wühlt sich in diesen 5—10 cm tief ein und legt eine Anzahl Eier, bis zu 30 Stück an einer Stelle, ab, wiederholt diese Eierablage mehrmals und ist die Zahl der von einem Weibchen abgelegten Eier eine ziemlich große, bis zu 70 Stück. Bald nach der Begattung und bezw. Eierablage erfolgt das Absterben der alten Käfer.

Die Larven — Engerlinge — schlüpfen nach etwa vier Wochen aus den Eiern, entfernen sich im ersten Jahr nicht weit von der Stelle, wo sie auskamen und verursachen, sich anscheinend nur von im Boden befindlichen Humusteilchen nährend, noch keinen Schaden. Mit herannahendem Winter wühlen sie sich, um dem Frost auszuweichen, tiefer in den Boden, arbeiten sich im Frühjahr wieder herauf und beginnen nun ihren allmählich fühlbar werdenden Fraß an Pflanzenwurzeln jeder Art, denselben nach nochmaliger Ueberwinterung und nach und nach zu bedeutender Größe herangewachsen in noch stärkerem Maß wiederholend; auch Kartoffeln, Rüben und derlei Gewächse werden oft stark beschädigt. Nach abermaliger Ueberwinterung arbeiten sich die tief in den Boden gegangenen Engerlinge nochmals herauf und fressen noch einige Wochen, gehen aber etwa Ende Juni und sonach drei Jahre nach ihrem Ausschlüpfen aus dem Ei zum Zweck der Verpuppung tief in den Boden; letztere erfolgt in einer geglätteten Höhle und nach einigen Monaten, also schon im Spätherbst, entwickelt sich aus der Puppe der anfänglich weiße, weiche Käfer, der allmählich erhärtend im Frühjahr zur oben angegebenen Schwärmzeit die Erde verläßt, hiebei ein seiner Größe entsprechendes, wie mit dem Spazierstock gestochenes Loch zurücklassend. — Die ganze Entwicklungsdauer ist sonach eine vierjährige, für das wärmere Süddeutschland aber nur eine dreijährige, und in diesen Intervallen kann man durch besonders zahlreiches Auftreten der Käfer charakterisierte Flugjahre konstatieren, während sich in den zwischenliegenden Jahren Maikäfer stets nur in begrenzter Zahl zeigen.

Was nun die Schädlichkeit des Maikäfers anbelangt, so ist dieselbe eine doppelte; er bethätigt sie als Engerling und als Imago.

Als Engerling verzehrt er, vom zweiten Lebensjahr beginnend, die zarten Wurzeln von Gewächsen jeder Art, namentlich die reservestoffreichen Wurzeln von perennierenden Kräutern und Gräsern, so auch die Wurzeln unserer Holzpflanzen; und da auf den Kahlschlägen mit ihrem meist durch Stockrodung wunden Boden vorwiegend Nadelholz und zwar mittelst schwächerer Pflanzen angebaut wird, nebenbei die Nadelholzpflanzen gegen Wurzelbeschädigungen sehr empfindlich sind, so sind es die Nadelholzschläge und vor allem die großen Kiefernkahlschläge, auf welchen durch die Engerlinge schon großartige Beschädigungen angerichtet wurden, so daß der Maikäfer zu den schädlichsten Kulturverderbern gerechnet werden muß. Auch in Saatbeeten, die ihm einerseits wunden Boden zur Eierablage und anderseits nur Wurzeln von Holzpflanzen als Nahrung bieten, richten die Engerlinge großen Schaden an — nicht zu fürchten sind sie dagegen in natürlichen Verjüngungen, in Mittel- und Niederwaldschlägen.

Wesentlich geringer ist der Schaden, den der fertige Käfer verursacht. Derselbe frißt das Laub der meisten Laubhölzer, insbesondere der Eichen, Buchen, Ahorne, auch Roßkastanien, Pappeln, während von den Nadelhölzern nur die weichen Nadeln der Lärche und die Blüten der Föhren angegangen werden. In Flugjahren ist der Fraß oft so bedeutend, daß man ganze Laubholzbestände, insbesondere auch die Oberholz-Eichen des Mittelwaldes kahlgefressen sehen kann, doch begrünen sich dieselben mit Hilfe der Johannitriebe wieder, wenn auch nur dünn, und der Schaden besteht in einigem Zuwachsverlust [26]) und etwa der Zerstörung der Blüten bezw. der Mast.

Die Vorbeugung und Bekämpfung ist nun eine schwierige. Man sucht es zu vermeiden, dem Käfer in Flugjahren die von ihm bevorzugten größern Kahlflächen mit wundem Boden darzubieten, vermeidet Bodenverwundungen und Saaten in solchen Jahren, wendet Klemmpflanzung an; man hat in den besonders heimgesuchten Waldungen der norddeutschen Sandebene versucht, den üblichen Kahlschlag zu verlassen und zur Verjüngung unter Schirmstand zurückzukehren. Bei Anlagen von Saatkämpen vermeidet man thunlichst die Nähe von Eichenstockschlägen, von denen aus der Anflug besonders reich erfolgt, sucht bei dem Umgraben die Engerlinge möglichst zu beseitigen, durch Umfassungsgräben deren seitliches Eindringen zu hindern; selbst Staarenkästen, in größerer Zahl um die Saatkämpe angebracht, um dadurch die den Maikäfern sehr stark nachgehenden Staaren beizuziehen, haben sich als nützlich erwiesen.

Zahlreiche Feinde unterstützen uns in der Vernichtung der Käfer: die am Boden befindlichen werden von Igel, Dachs, Marder, Fuchs, Schweinen verzehrt, Fledermäuse, Staare, Krähen, Dohlen, kleine Raubvögel und andere Vögel vernichten große Mengen derselben. Die im Boden liegenden Engerlinge haben leider wenige Feinde: den Maulwurf, dann die Schweine, denen man allerdings gerade dort, wo sie die meisten Engerlinge finden würden, den Zugang nicht gestatten kann; die beim Pflügen an die Oberfläche gebrachten werden von Krähen und Staaren begierig verzehrt.

Bisweilen sucht man sich durch Sammeln der Käfer — Abschütteln von Obstbäumen, Randstämmen, Stockausschlägen in den frühen Morgenstunden, in welchen die Käfer nur lose sitzen — zu helfen, doch hat dies Mittel natürlich nur dann einigen Erfolg, wenn es unter Mitwirkung der ja ebenfalls interessierten Landwirte in größerer Ausdehnung stattfindet. Die am besten in Säckchen mit eingebundenem Flaschenhals gesammelten Käfer tötet man durch Eintauchen dieser Säckchen in sehr heißes Wasser.

Auch das Sammeln und Vertilgen der Engerlinge ist schwierig und mit einigem Erfolg etwa nur in Saatbeeten vorzunehmen, durchschlagenden Erfolg hat jedoch wohl keines der zahlreichen empfohlenen Mittel und auch das Witte'sche Engerlingseisen nicht[27]. Sieht man in den Pflanzenreihen die Pflanzen nebeneinander allmählich welk werden, so darf man wohl auf den Engerling schließen und findet beim Herausheben der kümmernden den Feind an den Wurzeln.

Neben dem gemeinen Maikäfer kommt bisweilen in ziemlicher Zahl der etwas kleinere Roßkastanien-Käfer (Mel. hippocastani) sowie, wenn auch seltener und nur in sandigen Gegenden, der große Walker (Polyphylla fullo) mit schön weiß und braun marmorierten Flügeldecken vor, beide in gleicher Weise schadend.

II. Schmetterlinge.

Der Kiefernspinner, Gastropacha pini.

§ 54. Der Falter dieses größten unserer forstschädlichen Schmetterlinge, hat 6—8 cm Flügelspannung und bezeichnet ersteres etwa die normale Größe des Männchens, letzteres jene des Weibchens. Der Leib ist dick, der Kopf klein und unter dem Halsschild versteckt, die Augen sind groß, die Fühler beim Männchen schön lang doppelt gekämmt, beim Weibchen ganz kurz gekämmt; die Basis der Flügel, die Beine und der Hinterleib sind stark behaart. Die großen Vorderflügel sind braungrau bis weißgrau, mit einer beim Männchen grauen, beim Weibchen rotbraunen Querbinde, welche die Flügel in zwei Hälften scheidet; auf der dem Leib zunächst liegenden Hälfte findet sich ein weißer halb-

26) Nach Nördlinger's Angabe (Forstschutz S. 152) lassen sich in Schwaben die alle drei Jahre eintretenden Flugjahre an den jedesmaligen schmäleren Jahrringen von Alteichen konstatieren.
27) Vergl. Fürst, Pflanzenzucht S. 119 u. ff.

mondförmiger Fleck auf dunklerem Grund. Hinterflügel und Hinterleib braun und graubraun, die Unterseite einfarbig hell graubraun; Farbenvarietäten bald mehr ins Braune, bald ins Graue gehend sind sehr häufig. Befindet sich der Schmetterling in der Ruhe, so liegen die Flügel dachziegelförmig übereinander.

Die Raupe, ausgewachsen über 7 cm lang, zeigt in den verschiedenen Stadien der Entwicklung, wie auch in ausgewachsenem Zustand sehr mannigfache Färbungen, aschgraue bis rötlichbraune Grundfarbe mit hellen Längsstreifen an der Oberseite und weißen Flecken an der Seite, dunkeln Flecken und Zeichnungen auf dem Rücken und starker büschelförmiger Behaarung. Charakteristisch für dieselbe sind die dunkelblauen Haarbüschel in den Einschnitten des zweiten und dritten Leibesringes, die sich im Nacken als blaue Querstreifen darstellen, sodann die schwarzblauen Haarbüschelchen zwischen den übrigen Haaren und ein besonders starker solcher Haarbüschel auf dem 11. Leibesring.

Die Puppe, vorn dunkel, hinten heller braun, schwach behaart, liegt in einem großen, elliptischen, schmutzig weiß-grauen Kokon; die Eier etwa halb so groß wie Hanfkörner, rundlich elliptisch und an den Seiten etwas eingedrückt, sind frisch bläulichgrau, später perlgrau.

Die Schwärmzeit des Falters fällt etwa Mitte Juli; die Schmetterlinge, unter Tag ruhig an den Bäumen sitzend, fliegen gegen Abend und die Begattung erfolgt meist tief unten am Stamm, wobei dieselben mit dem After gegen einander sitzen. Das Weibchen legt sodann seine zahlreichen (100—150) Eier in Gruppen von 30 – 50 Stück an die Rinde des Stammes, weniger an Aeste und Zweige ab, und nach etwa 3 Wochen, also beiläufig Mitte August, schlüpfen die kleinen Räupchen aus, verzehren zunächst die Eihüllen und beginnen sodann die Wanderung in die Krone, dort zuerst die Nadeln nur benagend, nach wiederholter Häutung auch ganz verzehrend. Mit eintretendem Frost steigen die nun halbwüchsigen Raupen vom Baum herab, um in zusammengerollter Lage unter Moos und Nadeln meist noch innerhalb der Schirmfläche des bisher bewohnten Baumes zu überwintern. Die beginnende Bodenwärme im Frühjahr (nach Altums Beobachtungen etwa + 5° R.) Ende März, Anfang April erweckt sie aus diesem Winterschlaf, sie besteigen sofort die Bäume und setzen ihren Fraß, der nun mit zunehmender Größe der Raupen erst recht ins Auge fällt, bis gegen Ende Juni fort. Die Raupen, deren Nahrungsbedarf ein sehr bedeutender ist, verzehren die ganzen Nadeln bis zur Scheide, bei Kahlfraß selbst Scheide und Knospen, in welchem Fall natürlich der befressene Stamm oder Bestand zu Grunde gehen muß, und verpuppen sich dann in dem schon oben erwähnten Kokon am liebsten in den starken Borkenschuppen des Stammes, doch auch zwischen Nadeln, an den Aesten, um nach dreiwöchentlicher Puppenruhe auszuschlüpfen.

Der Kiefernspinner lebt nur auf Kiefern, und stets sind es in erster Linie die alten Bestände, die er befällt; trockener sandiger Standort der Bestände scheint ihm, weil die Ueberwinterung der Raupen durch trocknes Winterlager begünstigend, besonders zuzusagen. Bei großer Vermehrung aber werden auch die Stanghölzer, ja zuletzt selbst die Schläge befallen. Der Kiefernspinner gehört zu den schädlichsten Forstinsekten, da er nicht selten und dann in oft ungeheurer Menge auftritt, und es hat derselbe in den großen zusammenhängenden Föhrenwaldungen der norddeutschen Ebene, ebenso aber auch in einzelnen Föhrenkomplexen Süddeutschlands schon außerordentliche Verheerungen angerichtet, ausgedehnte Bestände zum Kümmern und Absterben gebracht und fordert daher in den bedrohten Oertlichkeiten die Aufmerksamkeit des Forstmanns in vollem Maß heraus.

Die Zahl der Feinde, durch welche die Natur uns in der Vertilgung des so schädlichen Insekts unterstützt, ist infolge der starken Behaarung der Raupe, des Schutzes der Puppe durch den Kokon nur eine beschränkte. Die Meisen vertilgen zahlreiche Eier; der Kukuk ist einer der wenigen Vögel, welche der Raupe trotz der Behaarung gierig nach-

gehen. Dagegen verschmähen zahme und wilde Schweine die im Winterlager befindliche Raupe. Viel mehr Abbruch geschieht dem Spinner jedoch durch Insekten, insbesondere durch Raubfliegen und Schlupfwespen, und letztere befallen denselben in jedem Stadium vom Ei beginnend; auch parasitische Pilze töten oft eine große Menge von Raupen im Winterlager, namentlich in feuchtem, humosem Boden, während dieselben gegen Nässe und Kälte minder empfindlich sind.

Eigentliche Vorbeugungsmittel stehen nun dem Forstmann nicht zu Gebote — seine Aufgabe ist zunächst, durch fleißige Revision der Waldungen rechtzeitig eine bedenkliche Vermehrung zu konstatieren, um dann sofort energische Vertilgungsmittel in Anwendung bringen zu können. Zur Schwärmzeit sieht man wohl die sitzenden oder des Abends fliegenden Falter, im Frühjahr baumende Raupen, fallenden Koth derselben namentlich auf Wegen, in Fahrgeleisen, außerdem aber nimmt man in Beständen, in denen man den Spinner vermutet, im Spätherbst, sobald die Raupen ihr Winterlager bezogen haben, Probesuchungen unter der Schirmfläche der Stämme oder streifenweise durch die Bestände vor, indem man vorsichtig das Moos aufheben und nach den Raupen sorgfältig suchen läßt. Findet man deren eine größere Zahl — und man wird immer nur einen Teil der wirklich vorhandenen entdecken — so hat man an die Vertilgung derselben zu denken.

Zum Zweck derselben hat man früher vielfach das Sammeln der Raupen im Winterlager angewendet, allein der Erfolg wird nie ein vollständiger sein, stets ein großer Teil der Raupen unter Moos und Erde zurückbleiben; ebensowenig hat das Sammeln der Eier, Puppen oder der tief am Stamm sitzenden Schmetterlinge wesentlichen Erfolg.

Durchschlagenden Erfolg hat jedoch ein Mittel, das man früher wohl versuchte, aber nicht im Großen anwendbar erachtete: die Anwendung der sog. Theerringe; seit es gelungen ist, einen Raupentheer herzustellen, der längere Zeit klebrig, fängisch bleibt, wendet man diese Theerringe in den bedrohten Kiefernforsten in geradezu großartigem Maßstab und mit bestem Erfolg gegen den Kiefernspinner an [28]).

Um nämlich den überwinterten Raupen das Besteigen der Bäume unmöglich zu machen, erhält jeder Baum in dem gefährdeten Bestand einen mit dem Klebstoff beschmierten Ring; dem Anstreichen mit Theer muß das sog. Anröten des Baumes, die Entfernung der rauhen Borke auf einem 6—8 cm breiten Ring in Brusthöhe mittelst Schnitzmesser vorausgehen, wodurch das Antheeren sehr erleichtert und wesentlich an Theer gespart wird. Dieses Anröten erfolgt, wenn man sich von der Notwendigkeit des Theerens überzeugt hat, so zeitig im Frühjahr, daß mit Beginn des Raupensteigens sofort und ohne Zeitversäumnis mit dem Anstrich begonnen werden kann; der Klebestoff — als solcher dient der Mützell'sche oder Polborn'sche Raupenleim, der Wochen lang klebrig bleibt, so daß einmaliger Anstrich für die ganze Periode des Raupensteigens ausreicht, — wird mit Schmierbürsten ziemlich dick aufgetragen. Die aufsteigenden Raupen versuchen entweder das Ueberkriechen des Ringes und bleiben auf demselben hängen oder sie verhungern unterhalb desselben; einzelne etwa hinübergelangende besudeln sich Füße und Freßwerkzeuge derart, daß sie doch eingehen.

Auch Raupengräben hat man angewendet, wenn starker Fraß und bezw. Kahlfraß auf kleinerer, begrenzter Fläche stattfand; man isoliert den befallenen Waldteil durch scharf abgestochene etwa $1/3$ m tiefe Gräben (Isolierungsgräben), um die Raupen bei der Wanderung nach den Nachbarbeständen abzufangen, durchschneidet größere Flächen etwa auch noch mit Fanggräben und tötet die Raupen, welche in auf der Sohle der Gräben eingestochene Falllöcher gestürzt sind, durch Zerquetschen und Uebererden. Doch wird auch dies Mittel nur ausnahmsweise befriedigenden Erfolg haben und steht weit hinter dem Antheeren zurück.

28) Vergl. die Mitteilung aus Ostpreußen in der Z. f. F. u. J. 1873. S. 266.

Die Nonne, Liparis monacha.

§ 55. Das Männchen hat 4—5, das Weibchen 5—6 cm Flügelspannung, die Färbung beider ist jedoch eine sehr gleiche: Vorderflügel und Vorderleib sind bei beiden Geschlechtern weiß mit zahlreichen braunschwarzen tiefgekerbten Zickzackstreifen, die Hinterflügel bräunlichgrau mit hellen schwarz getupften Rändern, der Hinterleib meist schön rosenrot mit schwarzen Querbinden. Dunkle Varietäten, bei welchen der Hinterleib statt rot schwärzlich gefärbt ist, kommen nicht selten vor.

Die Raupe, ausgewachsen bis 4 cm lang, ist weißgrau oder rötlichgrau, auf der Unterseite schmutzig grün; über den Rücken ein heller Streifen, der auf dem zweiten Ring mit einem herzförmigen schwarzen Fleck beginnt, sich dann verschmälert und dann wieder zu breitem hellem Sattelfleck verbreitert. Auf jedem Ring stehen 6 behaarte Knopfwarzen, von denen die beiden ersten des vordern Ringes stark hervorragen und für die in der Farbe vielfach wechselnde Raupe charakteristisch sind.

Die Puppe, anfangs grünlich, dann braun mit Bronzeschimmer, liegt in einem aus einzelnen Fäden bestehenden Gespinnst zwischen Rinderitzen am untern rauhrindigern Stammteil oder in den Nadeln der Aeste und des Unterwuchses.

Die Schwärmzeit des Falters fällt Ende Juli, Anfang August; bei Tage, namentlich bei trübem Wetter, sitzt derselbe meist tief unten am Stamm auf der gegen Regen und Wind geschützten Seite, während heller Sonnenschein die Männchen zu taumelndem Flug reizt. In der Dämmerung aber ist die eigentliche Flugzeit, die Falter laufen am Stamm suchend auf und ab und begatten sich an einander sitzend. Wenige Tage später legt das Weibchen seine kleinen anfänglich rosenrot schimmernden, später perlgrauen Eier möglichst geschützt in kleinern oder größern Partien zwischen die Schuppen der Rinde, hiezu stets die untern Stammteile wählend; bisweilen liegen sämtliche Eier, bis 150 Stück, auf einem Häufchen, bisweilen sind es deren nur 20—50.

Die Eier überwintern als solche — deshalb die möglichst geschützte Lage derselben — und erst im kommenden Frühjahr im April und selbst erst Anfang Mai schlüpfen die Räupchen aus, bleiben mehrere Tage in einem je nach der Zahl derselben thaler- bis handtellergroßen, durch die dunkle Farbe der Räupchen schwarz erscheinenden Fleck — dem Spiegel — beisammen sitzen und ersteigen dann allmählich den Baum, denselben von unten nach oben befressend. Der Fraß derselben ist ein ganz eigentümlicher: nur die Nadeln der Fichte werden von der stärkern Raupe ganz verzehrt, jene der Föhre in der Mitte durchbissen und nur der Stumpf verspeist, Laubholzblätter zunächst des Blattstieles in der Weise befressen, daß die größere Blatthälfte herabfällt, so daß bei einem Fraß der Nonne der Boden sich mit Blatt- und Nadelresten bedeckt zeigt. Bis zur Halbwüchsigkeit spinnen die Raupen, lassen sich bei stärkerem Wind sofort an einem Faden herab und werden dann oft weit verweht oder in Masse an den Boden geworfen, woselbst dann eine nicht geringe Zahl zu Grunde geht. Der Fraß dauert bis in die erste Hälfte des Juli, die Raupe sucht sich zur Verpuppung gern einen geschützten Platz zwischen Rindeschuppen, am Unterwuchs, und nach 2—3 Wochen schlüpft der Falter aus.

Die Nonne ist außerordentlich polyphag, denn außer Föhre und Fichte befrißt sie verschiedene Laubhölzer — Eichen, Buchen, Birken, in der Not auch fast alle übrigen Holzarten; die beiden erstgenannten Holzarten dagegen sind ihre eigentlichen Nährpflanzen, und sie hat in Föhren- und Fichtenwaldungen schon außerordentliche Verheerungen angerichtet, ausgedehnte Waldflächen zum Absterben gebracht und ist deshalb zu den sehr schädlichen Insekten zu rechnen. Sie gehört zu den Bestandsverderbern — stets fällt sie zunächst die ältern Bestände an.

Gleich dem Kiefernspinner hat auch die Nonne nur eine beschränkte Zahl von Feinden;

wohl werden zahlreiche Eier während des Winters von Vögeln vertilgt, aber die behaarte Raupe wird nur durch Schmarotzer dezimiert, ist auch gegen Witterungseinflüsse wenig empfindlich.

Aber auch dem Forstmann stehen keine wirksamen Mittel der Vorbeugung oder Vertilgung zur Verfügung: wohl verraten die am Boden liegenden Laub- und Nadelreste, die hellen am Stamm leicht wahrnehmbaren Schmetterlinge zur Schwärmzeit den vorhandenen Feind, aber die angewendeten Vertilgungsmittel lassen eben stets eine nicht geringe Anzahl der Feinde zurück. So werden bei dem Sammeln der Eier zahlreiche Eihäufchen übersehen, die weiter oben am Stamm abgesetzten entziehen sich der Vernichtung; nicht ohne Erfolg ist das Spiegeln, das Zerdrücken der im Spiegel beisammensitzenden frisch ausgeschlüpften Räupchen mittelst eines an einer Stange angebrachten Lappens, aber das Ausschlüpfen erfolgt nicht gleichzeitig und zahlreiche Spiegel werden trotz wiederholter Revision übersehen oder sitzen zu hoch am Stamm. — Auch das Vernichten der Puppen am Stamm und Unterwuchs, der am Stamm sitzenden Schmetterlinge hat nur geringen Erfolg — und so geht vielfach die Ansicht dahin, man könne gegen eine Nonnenkalamität überhaupt nichts thun, müsse der Natur die Hilfe überlassen, die durch Ichneumonen und Verkümmern der Raupen ohnehin stets im dritten Fraßjahre einzutreten pflegt [29]).

Dagegen empfiehlt Altum sehr das Absuchen und Vernichten der Raupen von Schlägen, Pflanzbeeten u. dgl., welche von nahe gelegenen Altholzbeständen dorthin oft in großer Zahl überweht werden.

Die Föhreneule, Trachea piniperda.

§ 56. Männchen und Weibchen der Föhreneule sind gleich groß mit etwa 3,2—3,5 cm Flügelspannung und ziemlich überein gezeichnet, so daß nur die gewimperten Fühler das Männchen von dem Weibchen, dessen Fühler fadenförmig sind, unterscheiden. Vorderflügel und Vorderleib sind braunrot, weißgelb gefleckt und gestrichelt mit je einem größern halbmondförmigen Fleck, Hinterflügel und Hinterleib braungrau, erstere mit etwas hellerem Saum. Unterseite bläulichrot, auf den Vorderflügeln gegen die Basis schwarzgrau, auf den Hinterflügeln ein schwarzgrauer Punkt; Farbenvarietäten kommen nicht selten vor.

Die ausgewachsene Raupe wird bis zu 4 cm lang, ist gelbgrün mit weißen Längsstreifen und einem unter den Luftlöchern beiderseits stehenden gelben bis orangefarbigen Streifen, mit dunklem Kopf, sehr schwach behaart; die beiden ersten Bauchfußpaare sind verkümmert und die Raupe geht deshalb spannerartig, spinnt in der Jugend auch Fäden.

Die Puppe, 1,6 cm lang mit zweidornigem After, ist anfangs mehr grünlich, später dunkelbraun gefärbt.

Der Schmetterling schwärmt sehr frühzeitig, Ende März oder Anfang April; das Weibchen legt seine Eier ziemlich vereinzelt an die Nadeln und die im Mai erscheinenden Räupchen beginnen sofort ihren Fraß, benagen zuerst die Nadeln, sie später bis zur Scheide verzehrend, und steigen bereits Ende Juli ausgewachsen vom Baum, sich unter der Bodendecke und, wo solche fehlt, in der Erde verpuppend und liegen hiebei auf der ganzen Bestandsfläche zerstreut. Die Zeit der Puppenruhe ist sonach eine sehr lange, umfaßt 8 Monate und darüber.

Die Föhreneule lebt nur auf Föhren und befällt in erster Linie die Stangenhölzer; bei trockner warmer Witterung während ihrer Raupenzeit vermehrt sie sich bisweilen sehr bedeutend und hat nicht selten ausgedehnte Bestände in dem Maß beschädigt, daß sie zu den merklich schädlichen Forstinsekten zu zählen ist.

Glücklicherweise stehen mancherlei natürliche Hemmnisse der Vermehrung der Föhren-

29) Vgl. Altum, Forstzoologie III. 2. S. 104. J. d. schles. V. 1882. S. 57.

eule im Weg; die fast nackte Raupe, die acht Monate lang am Boden liegende Puppe haben eine Menge von Feinden jeder Art: Vögel, Raubkäfer, Ichneumonen, dann Schweine, Igel, Spitzmäuse; die Raupen sind namentlich zur Zeit der Häutung gegen naßkaltes Wetter empfindlich, und nicht selten geht durch solches ein großer Teil der Raupen rasch zu Grunde.

Es ist diese natürliche Hilfe um so höher anzuschlagen, als man vorbeugende Mittel gar nicht, solche der Vertilgung nur in beschränktem Maße anwenden kann. Am wirksamsten erweist sich der Eintrieb von Schweineheerden in die befallenen Bestände nach erfolgter Verpuppung, da die Schweine den Puppen gierig nachgehen. — Auch das Anprällen hat man in den Stangenhölzern angewendet, indem ein Arbeiter mit der Axt oder einer hölzernen Keule einige kräftige Schläge gegen die Stange — zur Vermeidung von Quetschwunden auf einen Astftummel — führt, während Kinder oder Weiber die herabfallenden Raupen auflesen; man benützt dazu namentlich die frühen Morgenstunden, in denen die Raupen minder festsitzen. Der Erfolg der immerhin kostspieligen Maßregel ist jedoch nur ein beschränkter.

Der Föhrenspanner, Fidonia piniaria.

§ 57. Das Männchen, ebenso groß wie das Weibchen, mit 3,2 cm Flügelspannung, ist durch die Färbuug deutlich von letzterem unterschieden: braungelb, mit breitem dunkelbraunem Rand und Querstreif, die Franzen der Flügel braun und gelb gefleckt; bei dem Weibchen dagegen ist die Grundfarbe der Flügel rotbraun, der Rand und die Querbinden auf den Flügeln ebenfalls dunkelbraun, die Flügelfranzen hell und dunkelbraun gefleckt. Die Unterseite dagegen ist bei beiden Geschlechtern gleich, bräunlich mit dunkeln Querlinien, einem breiten gelbweißen Längsstreif und zahlreichen braunen und weißen Fleckchen.

Die im ausgewachsenen Zustand 3,5 cm lange Raupe ist gelblichgrün mit weißen Längsstreifen, die sich auch über den Kopf fortsetzen; dicht unter den Luftlöchern beiderseits eine gelbe Seitenlinie, auf dem Bauch drei gelbliche Längsstreifen.

Die Puppe ist 1,2 cm lang, jener der Eule sehr ähnlich, aber etwas kleiner und durch die einfache Hinterleibsspitze unterschieden.

Der Schmetterling schwärmt Ende Mai, Anfang Juni, und sieht man das Männchen auch am Tag in unruhigem Flug am Bestandsrande. Das Weibchen legt nach der Begattung die hellgrünen Eier reihenweise an die Nadeln der Föhre, und es erscheinen Anfangs Juli die kleinen Räupchen, welche zuerst die Nadeln nur benagen, später aber in der Weise befressen, daß sie dieselben unterhalb der Spitze abbeißen, die Spitzen fallen lassen und den Stumpf verzehren. Die Raupen spinnen, lassen sich auch zur Verpuppung nicht selten an einem Faden herab. Letztere erfolgt im Herbst, September und Oktober, in ähnlicher Weise wie bei der Eule unter dem Moos, den Nadeln oder bei deren Fehlen flach im Boden, wobei die Puppen gleichfalls zerstreut im ganzen Bestand umherliegen.

Der Spanner lebt nur auf der Föhre und befällt, auch in dieser Richtung der Eule ähnlich, in erster Linie die Stangenhölzer derselben. Er ist stellenweise schon in sehr großer Masse aufgetreten (Ostpreußen) und hat ausgedehnte Bestände stark durchfressen, selbst kahl gefressen; seine Schädlichkeit wird durch seinen späten Fraß vermindert, da dann die Knospen fürs nächste Jahr bereits ausgebildet sind, sowie dadurch, daß, da nur selten zwei stärkere Fraßjahre sich folgen, die befressenen Bestände sich etwas zu erholen vermögen. Als Heerde, von denen der Fraß ausgeht, erscheinen auch bei ihm namentlich trockene Sandhügel, die offenbar für die Ueberwinterung der Puppe die günstigsten Verhältnisse bieten.

Raupe und Puppe des Föhrenspanners haben die gleichen zahlreichen Feinde, wie jene der Eule, die nackten Raupen sind gegen Witterungseinflüsse empfindlich und durch Krankheiten und Schmarotzerpilze wird die ganze vorhandene Raupen- und Puppenmenge oft rasch getötet.

Als Mittel der Vertilgung ist Schweineeintrieb zu empfehlen; bez. des auch schon angewendeten Raupensammelns durch Anprällen gilt das bei der Eule Gesagte. Auf Grund der Beobachtungen bei einem neuerdings stattgehabten Spannerfraß in Pommern empfiehlt Altum[30]) das Abrechen der Streu nach stattgehabter Verpuppung, wobei sowohl die bloßgelegten wie die in den Streuhaufen befindlichen Puppen zu Grunde gehen, und hält dieses Mittel insbesondere dann für anwendbar, wenn der Fraß noch auf kleinere Flächen konzentriert ist.

Der Kieferntriebwickler, Retinia buoliana.

§ 58. Bei diesem kleinen, bisweilen jedoch in ziemlicher Zahl auftretenden und dann für Föhrenschläge sehr schädlichen Insekt, hat der Falter nur etwa 2 cm Flügelspannung; die schmalen Vorderflügel und der Vorderleib sind gelbrot mit silberweißen in der Mitte blauschillernden geschlängelten Querbinden und grauweißen Franzen, die Unterseite ist dunkelgrau seideartig glänzend, an den Vorderrändern gelbrot und weiß gefleckt. Die Raupe ist ausgewachsen 1,4 cm lang, hellbraun mit kleinem glänzend schwarzem Kopf- und Nackenschild; die Puppe, schmutzig gelbbraun, ist etwa 8 mm lang.

Der Falter schwärmt Anfang Juli in den Abendstunden, und das Weibchen legt seine Eier einzeln an die Knospen der jungen Triebe und zwar nur jüngerer 5—12jähriger Kiefern, in welche sich das nach wenig Wochen erscheinende Räupchen einbohrt; doch wird bei der sehr geringen Größe des Räupchens der Fraß im Herbst kaum noch bemerkbar. Die noch schwach beschädigte Knospe — und zwar ist es in der Regel die am stärksten entwickelte Terminalknospe, welche befallen wird — beginnt im Frühjahr zu schieben, gleichzeitig wird aber der Fraß im Innern des Triebes mit zunehmendem Wachstum des Räupchens intensiver, und meist stirbt der handhoch gewordene Trieb ab, worauf dann der Fraß an den Seitenknospen und bezw. Trieben fortgesetzt wird, bis sich im Juni die Raupe im Innern eines von ihr ausgefressenen Triebes und zwar an dessen Basis verpuppt. Ein etwa unbeschädigt gebliebener Seitentrieb erhebt sich zum Haupttrieb, nicht selten aber senkt sich ein solcher nur mäßig beschädigter Trieb zuerst abwärts, sich dann wieder hebend und die Verwundung verheilend, wobei jedoch die beschädigte Stelle noch in höherem Alter durch eine eigenartige oft sehr starke Krümmung erkenntlich ist. — Bisweilen finden sich in Kulturen die Pflanzen in solchem Maß befallen, daß kaum eine derselben normale Gipfelentwicklung zeigt und bei wiederholter Beschädigung werden die gegen Verletzungen an sich empfindlichen Föhren geradezu krüppelige, strauchartige Büsche.

Hält man in solchem Falle ein Eingreifen für angezeigt, so kann eine Vertilgung bezw. sehr starke Verminderung des Insekts durch Ausbrechen der absterbenden Triebe und Zerdrücken der Raupen und Puppen — Ende Mai und im Juni — erreicht werden.

In ähnlicher Weise schädigt der minder häufig auftretende Kiefernknospenwickler (Retinia turionana), dem Triebwickler auch äußerlich ähnlich und gleich ihm nur jüngere Föhren befallend, die betroffenen Individuen durch Ausfressen der Knospen, die dann meist schon als solche zu Grunde gehen, sich überhaupt nicht mehr entwickeln.

Der Harzgallenwickler, Retinia resinella.

§ 59. Der Falter dieses Insektes, das wir mehr wegen seines allenthalben, wenn auch in begrenzter Zahl erfolgenden, auffallenden Auftretens und seiner eigentümlichen Lebensweise, als um des durch ihn verursachten Schadens willen aufführen, hat nur 1,6 cm Flügelspannung; Kopf, Rumpf und Vorderflügel sind kupfrig glänzend, bräunlich schwarz,

---

30) Z. f. F. u. J. 1885. S. 606, 1886. S. 220.

die Flügel mit silbergrauen Querbinden und schwärzlichem Franzensaum, die Hinterflügel dunkelbraungrau mit hellgrauem Franzensaum; Unterseite dunkelbraungrau.

Die Raupe ist etwa 10 mm lang, gelbbraun, die Puppe 8 mm lang und dunkel, fast schwärzlich.

Der Falter fliegt im Mai und legt seine Eier einzeln unterhalb der Quirlknospen jüngerer Föhren und zwar vorwiegend der Seitentriebe des laufenden Jahres ab; nach einigen Wochen schlüpft das Räupchen aus und nagt sich durch die Rinde in den jungen Trieb ein, wobei das aus der Wunde fließende Harz eine erbsengroße weiche Galle bildet, in deren Innerem das Räupchen lebt. Im zweiten Jahr vergrößert sich durch Fortsetzung des Fraßes diese Galle etwa bis zur Kirschengröße, jedoch in etwas elliptischer Gestalt, und zeigt im Innern eine deutliche Scheidewand durch die Galle des ersten Jahres; die Wandung der weißen und nun sehr ins Auge fallenden Galle verdickt sich und wird härter, der Trieb selbst aber ist auf einer Seite im Innern der Galle bis aufs Mark befressen und stirbt häufig ab. Erst im April des dritten Jahres verpuppt sich die Raupe innerhalb der Galle, aus der sich die Puppe beim Ausschlüpfen mit dem Vorderteil hervorschiebt; das Insekt bietet also das für Schmetterlinge seltenere Beispiel einer zweijährigen Generationsdauer.

Der Schaden ist infolge des doch meist beschränkten Auftretens und des Umstandes, daß vorwiegend die Seitentriebe befallen werden, ein geringer und nur stellenweise bei großer Vermehrung fühlbar. Durch einfaches Zerdrücken der großen Gallen im Herbste kann eine Verminderung des Insekts leicht erreicht werden.

Die Lärchenmotte, Coleophora laricinella.

§ 60. Der kleine grauschwarze Schmetterling schwärmt im Juni und legt seine Eier einzeln an die Nadeln der Lärche; das nach kurzer Zeit ausschlüpfende Räupchen bohrt sich in die Nadel ein, höhlt dieselbe aus und bedient sich des leeren Spitzenteils als schützender Umhüllung, in der es überwintert und die es im Frühjahr, den Fraß an den erscheinenden Nadeln fortsetzend und namentlich deren obere Hälfte äußerlich befressend, nicht verläßt. In dem Sack verpuppt es sich dann auch Ende Mai, um nach ca. 3 Wochen sich zum Falter zu entwickeln und sofort zu schwärmen.

Die befressenen und ausgehöhlten Nadeln werden gelb und welk und die Beschädigung ist eine oft so bedeutende, daß die befallenen Stangen und Stämme — an Pflanzen tritt die Motte nicht auf — kaum eine gesunde Nadel mehr zeigen, statt grün vollständig mißfarbig erscheinen; nicht selten wird diese Beschädigung (in Verbindung mit jener durch Chermes laricis) von dem Unkundigen oder nicht genauer Untersuchenden für Folge von Spätfrösten gehalten, von denen aber erfahrungsgemäß die Lärche wenig leidet. Es ist erklärlich, daß die Zerstörung der Nadeln den Baum beeinträchtigen, wiederholte Entnadelung selbst sein Eingehen zur Folge haben kann, und Borggreve[31]) hält den Fraß der Lärchenmotte für eine Hauptursache der sog. Lärchenkrankheit. Man kann jedoch beobachten, daß die stark befressenen Stämme aus dem Innern der Nadelbüschel frische Nadeln nachtreiben und sich hiedurch, wie durch die Benadelung der Langtriebe, wieder leidlich begrünen.

Gegenmittel irgend welcher Art sind nicht anwendbar; bisweilen hilft die Natur durch Regenwetter zur Schwärmzeit, wobei viele der kleinen schwachen Falter zu Grunde gehen.

III. Sonstige schädliche Insekten.

Die gemeine Kiefernblattwespe, Lophyrus pini.

§ 61. Das Weibchen hat 1,6—1,8 cm Flügelspannung, kurze schwach gezähnte Fühler, schwarzen Kopf, ist im übrigen blaßgelb mit drei schwarzen Flecken auf dem Rücken

31) A. F.- u. J.Z. 1871. S. 133.

und drei schwarzen neben einander liegenden Hinterleibsringeln; das wesentlich kleinere Männchen mit schön doppelt gekämmten Fühlern ist mehr schwärzlich mit gelblichen Beinen und rötlicher Hinterleibsspitze. — Die Raupen des der Gattung der Aderflügler (Hymenopteren) angehörigen Insekts sind Afterraupen mit 22 Beinen, schmutzig gelbgrün mit braunem Kopf und schwarzer Zeichnung über den Bauchfüßen; bei der Berührung schnellen dieselben den Vorderleib in eigentümlicher Weise zurück. — Die Puppe, welche schon die sämtlichen Teile der Blattwespe zeigt, liegt in einem lederartigen dunkelbraunen Tönnchen, das entweder in den Rindenritzen der untern Stammteile oder am Boden, unter dem Moos sich findet und von welchem die Wespe beim Ausschlüpfen einen kreisrunden Deckel abschneidet. (Nicht selten zeigt das Tönnchen statt dessen ein seitliches kleines Loch — das Flugloch eines Ichneumons.)

Die Generation der Kiefernblattwespe ist der Regel nach eine doppelte, doch finden von dieser Regel nicht selten Abweichungen statt.

Das erstmalige Schwärmen findet Ende April, Anfang Mai statt, und das Weibchen legt seine Eier, 120 und mehr, partienweise an die Kanten der Nadeln, die es mit seinem sägeförmigen Legebohrer aufschneidet, und verklebt die Einschnitte nach Ablegung der Eier mit etwas schaumigem Schleim. Die nach einigen Wochen erscheinenden Räupchen fressen, so lange sie klein sind, zu zweien an einer Nadel, die Mittelrippe stehen lassend, später aber die ganze Nadel unter Zurücklassung eines Stumpfes und gehen nur im Notfalle an die jungen Triebe. Der partienweisen Eierablage entsprechend hängen sie klumpenweise an den Zweigen und finden sich insbesondere an den Bestandsrändern, schlechtwüchsigem Kieferngestrüpp, bei größerer Vermehrung aber allenthalben mit Verschonung der eigentlichen Schläge, stets nur an der Föhre.

Etwa Anfang Juli verpuppen sich die Larven, ihre Tönnchen an die Rinde, auch Aeste und Nadeln klebend; die meist nach wenig Wochen ausfliegenden Wespen setzen eine zweite Brut ab, die bis zum Spätherbst fressend sodann am Baum herabkriecht, um sich möglichst geschützt unter dem Moos ihre Tönnchen zu fertigen, in welchen die Larven als solche bis zum Frühjahr liegen, erst dann sich eigentlich verpuppend. — Wie oben schon erwähnt, finden jedoch von der eben geschilderten Entwicklung nicht unwesentliche Abweichungen dadurch statt, daß bisweilen ein größerer oder kleinerer Teil der Larven längere Zeit, selbst ein Jahr und darüber, aus unbekannten Gründen, ohne sich weiter zu entwickeln in den Tönnchen liegen bleibt.

Die Kiefernblattwespe, unter günstigen Umständen sich stark vermehrend, hat stellenweise die Föhrenbestände schon stark beschädigt, der Schaden wird dadurch geringer, daß die jungen Triebe nur ausnahmsweise angegangen werden, hiedurch einerseits also nur selten Kahlfraß eintritt, anderseits die Möglichkeit der Knospenausbildung fürs nächste Jahr gegeben ist.

Zahlreiche natürliche Feinde der Blattwespe reduzieren glücklicherweise deren Zahl; Wespen wie die nackten Afterraupen werden von insektenfressenden Vögeln verzehrt, die Schweine fressen ebenfalls die zur Verpuppung herabkriechenden Raupen, verschmähen aber die Kokons, aus welch' letzteren sich dagegen Eichhörnchen und Spitzmäuse gerne die Larven holen. Die Zahl der letzteren wird auch noch durch Insekten jeder Art, durch Tachinen und Ichneumonen vermindert, mehr aber unter Umständen durch die Witterung, indem bei anhaltend naßkaltem Wetter oft die Hauptmasse derselben zu Grunde geht.

Es ist dies um so günstiger, als uns Verhütungs- und Vertilgungsmittel nur in geringstem Maß zur Verfügung stehen; man hat ihre Zahl durch Sammeln der klumpenweise beisammensitzenden Larven an niedern Büschen und Bestandsrändern zu verringern gesucht, Schweine während der kurzen Zeit des Absteigens der Larven von den Bäumen

zum Zweck der Verpuppung eingetrieben — doch wird der Erfolg stets nur ein geringer sein und in den meisten Fällen auf solche Hilfsmittel verzichtet werden müssen.

Die Gespinnstblattwespen, Lydae.

§ 62. Dieselben, im allgemeinen wenig schädlich, mögen doch um ihres auffallenderen Auftretens willen Erwähnung finden. Sie unterscheiden sich von der eben besprochenen Kiefernblattwespe namentlich dadurch, daß die Larven nur drei Paar Brustfüße und ein Paar sog. Nachschieber haben, während die Bauchfüße verkümmert sind, und daß sie stets in einem Gespinnst leben, welches sich dem Zweig entlang zieht und teils durchsichtig, meist aber durch Nadelreste und namentlich den Koth undurchsichtig, zu einem sog. Kothsack wird. Die Verpuppung erfolgt in der Erde, zu der sie sich meist an einem Faden herablassen, und überwintern die Larven als solche, sich erst im nächsten Jahre verpuppend, häufig aber gleich der Kiefernblattwespe ein volles Jahr und länger unverpuppt liegend. Als häufigere Arten seien erwähnt:

Die gelbe Kothsackblattwespe, Lyda campestris, deren Larve einzeln an den jungen Trieben 3—6jähriger Kiefern und Weymouthskiefern in einem dichten Kothsack lebt. Tritt sie an letzterer Holzart in Forstgärten auf, so wird man sie durch Abstreifen der Kothsäcke vernichten.

Die rotköpfige Kiefernblattwespe, Lyda erythrocephala, lebt zu 3—4 Stücken in einem ebenfalls mit Nadel- und Kothresten etwas verdichteten Gespinnst an jüngeren Föhren und Weymouthskiefern.

Die bunte Kothsack-Blattwespe, Lyda pratensis, ist da und dort in ältern Föhrenbeständen und die Fichtengespinnstblattwespe, Lyda hypotrophica, in Fichtenbeständen in solcher Masse aufgetreten, daß Abfressen aller ältern Nadeln, selbst vollständiger Kahlfraß die Folge war; Mittel gegen dieselben lassen sich jedoch mit Erfolg nicht wohl anwenden.

Die Maulwurfsgrille, Gryllotalpa vulgaris.

§ 63. Dieses eigentümlich gestaltete, aber wohl allbekannte Tier, ausgezeichnet durch ein Paar maulwurfsartige Grabfüße, denen es auch seinen Namen verdankt, lebt meist unterirdisch und zwar wohl in überwiegendem Maße von animalischer Nahrung, wird aber durch Zerstören der Pflanzenwurzeln beim Graben seiner Gänge oft sehr lästig. Es gehört zur Klasse der Geradflügler und hat eine unvollkommene Verwandlung, bei der also ein eigentlicher Puppenzustand fehlt.

Die Paarzeit ist im Juni, und locken sich die Geschlechter in den Abendstunden durch ein eigentümliches Schrillen. Die Ablage der Eier erfolgt in einer Höhlung in einem bis faustgroßen, durch Schleim zusammengekitteten Ballen etwa 8—10 cm unter der Erde, und ist die Zahl der Eier oft eine sehr große, bis zu 200 Stück. Die Larven, anfangs weiß, später bräunlich und schon bald dem Imago ähnelnd, zerstreuen sich nach einiger Zeit, Nahrung suchend, im Boden und entwickeln sich, nachdem sie unter der Erde überwintert, bis zur Paarzeit zum fertigen Insekt, das also eine einjährige Generationsdauer hat.

Zum Suchen ihrer Nahrung wühlt sich nun die Werre mit Hilfe ihrer Grabfüße lange, flach verlaufende Gänge, welche in lockerem Boden durch leichtes Heben der Erde an der Oberfläche sichtbar werden, und zerstört hiebei durch Zerreißen mit ihren Grabfüßen, wohl auch durch Abbeißen alle ihr im Weg befindlichen Pflanzenwurzeln (nach Nördlingers Angabe frißt sie dieselben auch) und wird hiedurch wie auf Feldern, so namentlich in den Saatbeeten, insbesondere für unsere schwachen Nadelholzkeimlinge oft sehr lästig und schädlich, so daß man zu ihrer möglichsten Vertilgung genötigt ist.

Diese letztere erfolgt nun nach unsern eigenen Erfahrungen am sichersten in der

Weise, daß man dem frisch entdeckten Werrengang mit dem eingeschobenen Finger folgt, bis er sich zur Tiefe senkt; mit einem Reis sucht man dessen weitere Richtung und legt den Gang mit dem Spaten bloß — am Ende desselben, oft schuhtief im Boden, sitzt die Werre.

Man hat weiter das Aufsuchen der Nester, die sich durch Zusammenlaufen mehrerer Röhren und absterbenden Pflanzenwuchs markieren sollen (aber doch nicht leicht zu finden sind!), das Eingraben von Blumentöpfen oder Blechgefässen, mit dem obern Rand dem Boden gleich, zum Fang der namentlich zur Paarzeit des Nachts oberirdisch herumlaufender Werren, endlich auch das Vernichten der zur Paarzeit schrillenden Tiere, indem man sie mit einem Hackenschlag aus dem Boden wirft, empfohlen.

B. Laubholz-Insekten.

I. Käfer.

Die Laubholzborkenkäfer überhaupt.

§ 64. Auch im Laubholz kommen eine Anzahl Borkenkäfer verschiedener Art vor, jedoch in viel minderer Zahl als in den Nadelhölzern und in viel minderer Schädlichkeit, indem einerseits die an sich reproduktionsfähigeren Laubhölzer erlittene Beschädigungen leichter ausheilen, anderseits eine Anzahl der Laubholzborkenkäfer mehr im Holz als im Bast lebt, hiedurch technisch, nicht aber physiologisch schädlich wird. Nebenbei sehen wir wenigstens einen Teil derselben mehr in einzeln stehenden älteren, oft schon schadhaften Stämmen, in Alleen, Anlagen, als im geschlossenen Wald auftreten; die meisten sind polyphag, finden sich bald an dieser, bald an jener Holzart. Wir beschränken uns auf Anführung einiger der häufigeren und schädlicheren Arten:

Der bunte Eschenbastkäfer Hylesinus fraxini und der schwarze Eschenbastkäfer H. crenatus leben beide vorwiegend in der Esche und bringen durch den Fraß ihrer Larven in der Basthaut die befallenen Stangen und Stämme bisweilen zu raschem Absterben; charakteristisch sind die Muttergänge, bei beiden Wagegänge, von ersterem doppelarmig, von letzterem einarmig.

Der ungleiche Laubholzborkenkäfer Bostrichus dispar befällt zwar in erster Linie schadhafte ältere Eichen und Buchen, sowie eine große Zahl anderer Holzarten, in welchem Falle der durch ihn angerichtete Schaden kein nennenswerter ist; dagegen hat er sich wiederholt schon sehr schädlich in Eichenheisterpflanzungen gezeigt, indem er die Stämmchen in großer Zahl befallend, sich in deren Inneres einbohrend und sie behufs Absatz seiner Brut durchlöchernd, dieselben zum Kränkeln und Absterben brachte. Ausreißen und Verbrennen der Heister würde das hier anzuwendende Schutzmittel gegen weiteren Schaden sein.

Vorwiegend in Ulmen und namentlich ältere Alleebäume schädigend treten der große und kleine Ulmensplintkäfer Scolytus destructor und multistriatus auf, deren Larven die Basthaut der befallenen Stämme zerstören.

Die Bockkäfer, Cerambycidae.

§ 65. Die zahlreiche Familie der Bockkäfer, wenn auch nur da und dort merklich schädlich, tritt doch im Walde so häufig auf, ihre Larven und deren Fraß fallen so vielfach ins Auge, daß deren Erwähnung wohl als zweckmäßig erscheint.

Dieselben gehören zu den technisch schädlichen Insekten. Die Käfer, teilweise durch ansehnliche Größe, lange Beine und oft sehr lange Fühler ausgezeichnet, erscheinen im Sommer und legen ihre Eier an oder in die Rinde ab. Die Larven, weiß oder weißgelb, meist beinlos, mit kräftigen hornigen Oberkiefern, fressen anfänglich mehr oberflächlich, später

tiefer im Holz, die breiten und flachen Gänge sind voll Wurmmehl; die Verpuppung erfolgt nach zwei und selbst mehr Jahren in einer etwas mit Spänen ausgepolsterten Wiege, das Ausfliegen des Käfers durch ein elliptisches schief stehendes Flugloch.

Vielfach sind es bereits schadhafte Stämme und zwar vorwiegend von Laubhölzern, welche vom Bockkäfer mit seiner Brut besetzt werden, und der Schaden ist dadurch ein geringer, doch finden auch Ausnahmen durch Besetzen gesunder Stämme mit Brut statt. Immerhin werden Maßregeln irgend welcher Art gegen Bockkäfer nicht nötig werden.

Als häufigere und forstlich interessantere Arten seien genannt: Der große Eichenbockkäfer Cerambyx (Hammaticherus) heros, dessen kolossale, bis 7 cm lange, durch starke Rückenplatten ausgezeichnete Larven in alten Eichen und zwar meist in gesundem Holz leben, das durch die zuletzt fingerdicken Larvengänge natürlich zu jeder bessern Verwendung unbrauchbar wird; der Käfer ist 4—5 cm lang, schwarz mit sehr langen Fühlern.

An den jüngeren Aspen fallen die knotigen Auftreibungen ins Auge, welche durch den Fraß der in denselben lebenden Larven des Aspenbockkäfers Saperda populnea erzeugt werden; in dem Pappelholz leben die Larven des großen Pappelbocks Saperda carcharias, eines bis 3 cm langen gelbbraunen Käfers mit schwarz punktiertem Hals und Flügeldecken.

Als eine im Nadelholz lebende schädlichere Art sei hier noch der Fichtenbockkäfer Callidium luridum genannt; die Larve desselben frißt zuerst in der Safthaut gesunder älterer Fichten, erst später tiefer ins Holz gehend, und bringt durch erstere Art des Fraßes, wenn in größerer Zahl an einem Stamm, denselben rasch zum Kränkeln und Absterben. Sofortige Fällung und Entfernung der befallenen Stämme — kenntlich durch Harzausfluß und Welken der Benadelung — ist zu empfehlen.

Die Laubholzrüsselkäfer, Curculionidae.

§ 66. Von der sehr zahlreichen Familie der Rüsselkäfer lebt nur eine kleinere Zahl auf Nadelhölzern, hier allerdings bisweilen sehr schädlich werdend, eine viel größere Zahl aber auf Blattgewächsen jeder Art, so auch auf unsern Laubhölzern. — Charakteristisch ist wenigstens für die Mehrzahl der Rüsselkäfer der in einen bald sehr langen und feinen, bald in einen kürzern und stumpfen Rüssel ausgezogene Kopf des Käfers; letzterer erscheint durch Befressen von Pflanzenteilen bald mehr, bald weniger schädlich, bei manchen Arten sind es auch die Larven, welche im Innern der Gewächse zerstörend auftreten.

In Pflanzgärten, Kulturen und Schlägen richten eine Anzahl solcher Käfer, nach ihrer Färbung als grüne oder graue Rüsselkäfer bezeichnet, durch Benagen und Zerstören der Knospen und Befressen der Blätter einen oft ziemlichen Schaden an, ohne daß jedoch gegen die an sich wenig ins Auge fallenden Käfer, welche sich bei der leisesten Berührung des Gewächses, auf dem sie sitzen, sofort zur Erde fallen lassen, etwa durch Sammeln viel auszurichten wäre.

Als ein stellenweise in Buchenwaldungen in großer Menge auftretender kleiner Rüsselkäfer sei noch der winzige Buchenspringrüsselkäfer Orchestes fagi genannt; die Larve beschädigt durch ganz eigentümliche Miniergänge die Buchenblätter, die befressene Partie derselben zum Absterben bringend, so daß die Schläge wie vom Frost versengt aussehen; auch ältere Randstämme zeigen sich vielfach beschädigt. Der Käfer selbst benagt und durchlöchert die Blätter und Fruchtkapseln.

Die Prachtkäfer, Buprestidae.

§ 67. Diese bei uns meist nur in kleineren Arten vorkommenden Käfer, welche ihren Namen von der bei der Mehrzahl schönen metallisch glänzenden Farbe haben, werden nur durch den Fraß ihrer Larven schädlich. Diese Larven, welche weich, weiß und fußlos

den Bockkäferlarven ähneln und sich von diesen durch den stark verbreiterten ersten Leibesring und meist auch durch 2 nach hinten gerichtete Hornspitzen am After unterscheiden, fressen zwischen Holz und Rinde unregelmäßig geschlängelte Gänge, an deren Ende sie sich in kleinen Splintwiegen verpuppen. Die Generation der Prachtkäfer ist mindestens 2jährig, vielleicht noch länger; der fertige Käfer fliegt durch ein seitlich platt gedrücktes Flugloch aus.

Einzelne Arten der zahlreichen Familie sind schon in empfindlicher Weise schädigend aufgetreten:

Der Eichenprachtkäfer, Buprestis (Chrysobotris) affinis, kupferbraun, legt seine Eier vorzugsweise an schwächere Eichen, Stangen und Heister, und hat durch den die Safthaut zerstörenden Fraß seiner Larven in Heisterpflanzungen stellenweise schon erheblichen Schaden angerichtet. Seine Generation scheint mindestens dreijährig zu sein. — Aehnlich schadet Agrilus tenuis.

Der grüne Buchenprachtkäfer, Agrilus viridis, vorwiegend blau oder grün metallisch glänzend, beschädigt in gleicher Weise Buchenheister, findet sich aber auch an stärkeren Stämmen.

Bei beiden Insekten wird Ausreißen und Verbrennen der kränkelnden Heister wenigstens als Vorbeugungsmittel gegen weitern Schaden zu betrachten sein.

Die Blattkäfer, Chrysomelidae.

§ 68. Die Käfer, meist von gedrungenem stark gewölbtem Körperbau, geringer Größe und bunter, vielfach metallisch glänzender Farbe, kommen in unsern Waldungen auf einer Anzahl Holzgewächse in oft sehr auffälliger Weise vor und mögen, wenn auch minder schädlich, daher hier kurz erwähnt sein.

Sowohl Larven wie Käfer benagen die Blätter, dieselben skelettisirend, indem sie Rippen und Adern stehen lassen und nur das Parenchym dazwischen herausfressen, so daß ihr Fraß nicht wohl mit jenem anderer Insekten verwechselt werden kann. Von unsern Holzgewächsen sind es namentlich eine Anzahl minder wichtiger, ja selbst stellenweise lästiger Weichhölzer, die von Blattkäfern befressen werden, so Aspen, Pappeln, Saalweiden, Erlen; als die häufigst vorkommenden mögen genannt sein:

Der blaue Erlenblattkäfer, Agelastica alni, von stahlblauer Farbe, im Mai als Käfer, später als Larve die Erlenblätter benagend; in Erlensaatbeeten kann er sehr lästig werden und hat, nach Kahlfraß älterer Pflanzen die Keimlinge befressend, letztere da und dort zum Absterben gebracht. Sammeln der Käfer kann in solchem Fall wohl in Anwendung gebracht werden.

Sehr in die Augen fallend durch die rote bis braunrote Färbung der Flügeldecken sind der rote Pappelblattkäfer, Lina populi, und der Aspenblattkäfer, Lina tremulae, auf Aspen und andern Pappelarten, auch Weiden lebend.

Endlich wäre der in Forstgärten oft sehr lästige Erdfloh, Haltica erucae, weil ebenfalls hieher gehörig, zu nennen, der durch Zerfressen der Kotyledonen aufgehende Saaten zerstören kann und den man durch Bestreuen der Beete mit Asche oder Kalk und durch Begießen derselben mit verdünnter Karbolsäure zu vertreiben sucht.

Die spanische Fliege, Lytta vesicatoria.

§ 69. Ein Insekt, das nur seltener merklich schädlich auftritt, doch um seiner auffallenderen Erscheinung willen Erwähnung verdienen dürfte. Der 1,2—2,0 cm lange Käfer ist schön smaragdgrün mit weichen Flügeldecken, fliegt im Juni und legt seine Eier in die Erde, wo die Larven von humosen Stoffen zu leben scheinen — auffallender Weise ist ihre Entwicklung noch nicht genauer erforscht. — Die im Juni oft in großer Menge erscheinenden,

stark riechenden Käfer befallen insbesondere Eschen, bei großer Zahl dieselben oft völlig kahl fressend und sie dadurch im Wuchs zurücksetzend; selbst vollständiges Absterben kann die Folge sein. Auch verschiedene Sträucher, wie Liguster, Gaisblatt, Spiräen dienen eventuell zur Nahrung.

An Eschenkulturen und in Saatbeeten sucht man durch Abschütteln die Käfer zu sammeln und zu vernichten, was ohne große Mühe ausführbar ist.

II. Schmetterlinge.

Der Buchenspinner oder Rotschwanz, Orgyia pudibunda.

§ 70. Das Männchen dieses Schmetterlings hat etwa 4.5 cm, das Weibchen 5—6 cm Flügelspannung; das erstere ist noch insbesondere durch die gekämmten gelbbraunen Fühler kenntlich, während die Färbung eine nahezu gleiche ist: Vorderflügel rötlichweiß oder grauweiß mit 2 braungrauen schmalen Querlinien, Hinterleib und Hinterflügel etwas heller mit verwaschenem Bindefleck, Unterseite durchaus hellweiß mit einer alle Flügel durchziehenden grauen Querlinie.

Die Raupe wird ausgewachsen etwa 4 cm lang, mit anfänglich grüngelber, später mehr rötlicher Färbung, 4 starken gelbgrauen Haarbürsten auf dem 4ten bis 7ten Leibesring, starkem rotbraunem Haaarbüschel auf dem vorletzten Ring (daher der Name „Rotschwanz“), zwischen den mit Bürsten besetzten Leibesringen sammtschwarzen, bei dem Zusammenrollen der Raupe stark hervortretenden Ligamenten. — Die Puppe, dunkelbraun mit graugelber Behaarung, liegt in einem mit Haaren durchwebten losen Kokon.

Die Schwärmzeit ist Ende Mai, Anfang Juni, und legt das Weibchen die anfangs graugrünen, später braungrauen Eier in einer oder mehreren Partien und im Ganzen bis zu 300 Stück an die Rinde stärkerer Buchen meist in geringer Höhe über dem Boden ab. Die nach etwa 3 Wochen erscheinenden behaarten Räupchen verzehren zunächst ihre Eihüllen, hiebei ähnlich den Nonnenräupchen einige Tage beisammen sitzend, und besteigen sodann den Baum, die Blätter zuerst nur benagend, später stärker befressend und schließlich meist die stark befressenen Blätter am Stiel abbeißend; sie setzen ihren Fraß etwa bis zum September fort und steigen dann in der Regel vom Baum herab, um sich in ihrem Kokon in der Laubdecke, am Gestrüpp, seltener an Zweigen zu verpuppen und so zu überwintern.

Der Rotschwanz kommt vor allem auf Buchen und zwar in den ältern Beständen vor, im Notfall jedoch auch andere Laubhölzer befressend. Er tritt in Buchenbeständen bisweilen in solchen Massen auf, daß die Bestände vollständig kahl gefressen werden — der Umstand aber, daß seine Hauptfraßzeit in den Spätsommer und Herbst fällt, in welchem die Knospen fürs kommende Jahr bereits vorgebildet sind, vermindert den Schaden wesentlich, beschränkt ihn auf Zuwachsverlust, ev. auf Beeinträchtigung einer etwa in Aussicht gewesenen Mast. Zudem hat man beobachtet, daß ein Raupenfraß fast stets im zweiten Jahr zu Ende geht und daß insbesondere parasitische Pilze, in den Raupen auftretend, dieselben in kurzer Zeit fast völlig verschwinden lassen.

An manchen Orten, wo der Rotschwanz wiederholt und in beunruhigender Weise auftrat, hat man das Sammeln der zur Verpuppung herabsteigenden Raupen und der Kokons versucht, jedoch mit geringem Erfolg; guten Erfolg dagegen hat nach Altums Mitteilung der Versuch gehabt, die in geringer Höhe über dem Boden abgesetzten und auf der glatten Buchenrinde leicht sichtbaren Eihäufchen mittelst eines Pinsels mit Oel zu überstreichen, wodurch sämtliche Eier zu Grunde gingen.

Der Prozessionsspinner, Cnethocampa processionea.

§ 71. Größe des Schmetterlings beim Männchen etwa 3,2, beim Weibchen bis 4 cm; die Vorderflügel bräunlichgrau mit zwei dunkleren Querbinden, die Hinterflügel gelblich-

weiß mit braungrauer etwas verwaschener Querbinde, wobei die Färbung des Männchens meist etwas schärfer und prägnanter ist.

Die Raupe wird bis 3,5 cm lang, ist blaugrau oder rötlichgrau mit großen schwarzen Rückenflecken; sie zeigt auf jedem Ringel 10 rötliche Knopfwärzchen, die mit langen, brüchigen, hellen Haaren besetzt sind. Die rotbraune stumpfe Puppe liegt in einem tonnenförmigen Kokon in dem gemeinsamen großen Gespinnst.

Die Schwärmzeit des Schmetterlings ist im August und fliegt derselbe in den späten Abendstunden. Das Weibchen legt nach der Begattung seine sehr zahlreichen Eier, bis zu 200 Stück, meist in einer Partie in die tiefen Rindenritzen alter Eichen ab, dieselben mit etwas Afterwolle überziehend; die Eier überwintern und etwa Anfang Mai schlüpfen die Räupchen aus, nun ihren eigentümlichen Fraß beginnend. Stets beisammen bleibend sitzen sie unter Tags dicht gedrängt in einem gemeinsamen an geschützter Stelle, unter einem starken Ast oder sonst am Stamm hängenden anfänglich kleinen, allmählich größer werdenden Gespinnst, das sie zum Zweck des Fraßes meist gegen Abend verlassen. Zu diesem Fraß setzen sie sich in geschlossener Ordnung in Bewegung; der Zug pflegt mit einer Raupe zu beginnen, nach der Mitte zu breiter zu werden und wieder mit einer einzelnen Raupe zu enden; die Raupen marschieren in steter Fühlung mit einander, suchen jede Unterbrechung ihres Zuges rasch wieder auszugleichen und bezeichnen ihren Weg durch einzelne Gespinnstfäden. Nach geschehenem Fraß kehren sie wieder in ihr Gespinnst zurück, in dem sie sich auch häuten, und durch die zunehmende Größe der Raupen, die in dem Gespinnst hängen, die Raupenbälge und Kotreste erreicht letzteres zuletzt selbst Kindskopfgröße. Im Juli findet die Verpuppung in dem Gespinnst statt, wobei jedoch wieder jede Puppe in einem eigenen Kokon liegt, und nach 2—3 Wochen fliegt der Schmetterling aus.

Der Prozessionsspinner tritt in manchen Gegenden, so in Nordwestdeutschland, ziemlich häufig und in entschieden waldschädigender Weise auf, letzteres zumal dann, wenn sich der Fraß rasch wiederholt. Es ist fast nur die Eiche, die von ihm zu leiden hat, und man hat beobachtet, daß es namentlich frei stehende Stämme, Oberholz im Mittelwald, Randbäume sind, die von demselben in erster Linie befallen werden. Stärkerer Fraß wird stets Zuwachsverlust zur Folge haben, kann aber zumal im Wiederholungsfall zum Kränkeln und endlichen Absterben führen.

Die Vertilgung des Insekts, die bei großer Vermehrung wohl angezeigt sein kann, wird durch das gesellige Zusammenleben, die in die Augen fallenden großen Gespinnste erleichtert und erfolgt durch Zerstörung der letztern, am besten wohl durch Verbrennen mittelst eines an entsprechend langer Stange befestigten Büschels Werg, der mit Petroleum befeuchtet ist; die Gespinnste liegen in verschiedener Höhe am Baum, viele tief unten, die meisten wohl nicht über 10 m hoch. Gegen hoch oben befindliche Nester läßt sich (nach Altum) selbst ein Flintenschuß mit wenig Pulver und starker Ladung Vogeldunst anwenden.

Bei der Vertilgung der Raupen, wie bezüglich der von denselben befallenen Distrikten überhaupt ist aber besondere Vorsicht geboten: die langen brüchigen Haare enthalten einen giftigen Stoff (wohl etwas freie Ameisensäure) und rufen auf der Haut entzündliche Erscheinungen hervor, können, in Nase oder Mund von Menschen oder Weidetieren gelangend, gleichfalls sehr unangenehme Folgen haben. Die mit dem Vertilgen betrauten Arbeiter haben sich dem entsprechend durch Handschuhe, vor Mund und Nase gebundenes Tuch zu schützen, auch den Luftzug zu beachten, durch den beim Abnehmen oder Verbrennen der Gespinnste die Haarfragmente wegwärts vom Arbeiter getrieben werden sollen. Für Nutzungen jeder Art: Beeren, Gras, Weide — schließt man die betr. Distrikte.

Natürliche Feinde hat die stark behaarte Raupe außer Ichneumonen wenige; während des Winters werden wohl durch Meisen eine nicht geringe Zahl von Eiern vernichtet.

Die Frostspanner.

§ 72. Die Frostspanner haben ihren Namen von der spät im Herbst, ja selbst im Winter — bis Dezember — liegenden Flugzeit; als besondere Merkwürdigkeit ist bez. derselben anzuführen, daß die Flügel der Weibchen stets verkümmert sind, so daß dieselben nur kriechen, nicht fliegen können. Es sind namentlich 2 Arten, deren Fraß in den Waldungen ein oft sehr in die Augen fallender ist, nämlich:

Der kleine Frostspanner, Chimatobia brumata; das Männchen hat etwa 2,6 cm Flügelspannung, gelblichgraue Vorderflügel mit feinen dunkeln Wellenlinien und hellgraue Hinterflügel mit undeutlicheren Streifen; das Weibchen ist etwa 0,8 cm lang mit schwachen Flügelansätzen, der Körper graubraun mit weißen Schüppchen, langen Fühlern und Beinen. Die Raupe, anfänglich grau, nach der ersten Häutung gelbgrün mit lichtem Rückenstreif, später grün mit dunkler Rückenlinie, ist ausgewachsen etwa 2,6 cm lang; die Puppe hellbraun.

Die Flugzeit ist im November und Dezember; das Weibchen legt, an den Bäumen hinauflaufend, seine Eier namentlich an die Knospen der Obstbäume, dann der Weißbuchen, Eichen, Eschen, Linden und die im Frühjahr ausschlüpfenden Räupchen befressen nun zuerst die Knospen, dann die sich entwickelnden Blätter, dieselben nach allen Seiten durchlöchernd, sie dabei auch durch Gespinnstfäden zusammenwickelnd. Anfangs Juni etwa lassen sie sich von den Bäumen spinnend herab und verpuppen sich im Boden.

Der Obstbaumzüchter, dem der Frostspanner durch Zerstörung der Blütenknospen sehr schädlich werden kann, sucht sich durch Theerringe — sog. Raupenleim wird auf steifes Papier gestrichen und dieses zur Schwärmzeit um den Stamm festgebunden, wodurch die Weibchen am Besteigen der Bäume gehindert werden bezw. sich auf dem bestrichenen Papier fangen — zu helfen; im Wald wird man auf Anwendung irgend welcher Mittel verzichten müssen.

Die oft sehr bedeutende Zerstörung an Buchenaufschlag wird nach neueren Mitteilungen[32]) durch eine dem kleinen Frostspanner nahe verwandte Art Chimatobia boreata verursacht.

Der große Frostspanner, Hibernia defoliaria, mit etwa 4 cm Flügelspannung, hellgelblichen Vorderflügeln mit gelbbrauner Zeichnung und dunklem Punkt auf jedem Flügel, den etwas schwächer auch die helleren Hinterflügel aufweisen; die Raupe gelb mit breitem braunrotem Rückenstreif, der mit feiner dunkler Linie beiderseits gesäumt ist, — lebt in ganz ähnlicher Weise, schwärmt etwas früher im Herbst; er ist seltener als der kleine Frostspanner, tritt jedoch bisweilen in sehr großer Zahl auf und befrißt, wie es scheint, neben Obstbäumen vor allem auch die Eichen[33]). Mittel gegen denselben sind gleichfalls nicht anwendbar.

Der Eichenwickler, Tortrix viridana.

§ 73. Der kleine Falter mit etwa 2,2 cm Flügelspannung hat schön hellgrüne Vorderflügel mit gelbweißem Franzensaum und hellgraue Hinterflügel mit grauweißem Saum, ein dunkel-gelbgrünes Räupchen mit schwarzem Kopf und schwarzen Wärzchen, welche feine Haare tragen, fast schwarze Puppe.

Der Schmetterling schwärmt Ende Juni, und das Weibchen legt seine Eier einzeln oder in kleinen Partien an die Knospen in den Kronen älterer Eichen; die im Frühjahr erscheinenden Räupchen befressen zuerst die Knospen, dann Blätter und Blüten, und verpuppen sich Anfang Juni in zusammengerollten Blättern, Rindenritzen u. dgl. Sie treten

---

32) Z. f. F. u. J. 1884. S. 63.

33) Im Jahr 1883 fand im Spessart in Eichenbeständen auf größerer Fläche ein Kahlfraß durch H. defoliaria statt. Den Puppen giengen die Wildschweine begierig nach.

bisweilen in ungeheurer Menge auf; der Fraß beginnt, entsprechend der Eierablage, in den Kronen und wird bisweilen zu vollständigem Kahlfraß, doch begrünen sich die Bäume mit Hilfe der Johannitriebe wieder.

Gegenmittel sind nicht anwendbar, doch gehen durch Spätfröste, welche das junge Laub zerstören, oft sämtliche Räupchen zu Grunde und ebenso mag ungünstige Witterung der Kalamität nicht selten ein schnelles Ende bereiten.

Die Deformitäten-Erzeuger.

§ 74. Man versteht hierunter jene Insekten, welche durch ihren Stich und bezw. Fraß an verschiedenen Teilen unserer Waldbäume eigentümliche, oft sehr in die Augen fallende Wucherungen hervorrufen; der hiedurch verursachte Schaden ist zwar in den meisten Fällen ein nur geringer, kann aber bisweilen doch ein nennenswerter sein — jedenfalls soll der Forstmann die Ursache solcher auffallender Erscheinungen kennen, und wir führen deshalb die häufigsten dieser Deformitäten-Erzeuger kurz an:

1. Auf Nadelholz.

Die grüne Fichtenlaus, Chermes viridis, ist die Veranlasserin der eigentümlichen zapfenartigen Anschwellungen, welche man an der Basis junger Fichtentriebe so häufig sieht. Das Weibchen legt im Frühjahr seine Eier in größerer Zahl an die Knospen junger Fichten, die ausschlüpfenden Larven saugen an der Basis der sich entwickelnden Nadeln, die sich hiedurch krankhaft verbreitern, während das Längenwachstum beschränkt wird, und es entsteht hiedurch jene zapfenartige Wucherung an der einen Seite des sich über die letztere hinaus verlängernden, meist aber in eigentümlicher Weise krümmenden Triebes, in deren Innerem die Larven zur Entwicklung gelangen. Sind nur die Seitentriebe befallen, so ist der Schaden ein geringer, zeigen sich aber auch die Gipfeltriebe besetzt und verkrümmen hiedurch, so wird die Pflanze im Wachstum schwer geschädigt; bisweilen zeigen sich Fichtenschläge in solchem Maß heimgesucht, daß der Schaden sehr empfindlich werden kann. Ausschneiden und Verbrennen der Gallen nach erfolgtem Abtrocknen derselben vor erfolgendem Ausfliegen des Imago ist das einzige, bisweilen zur Anwendung kommende Gegenmittel.

Minder auffallend sind die kleinen, am Ende der Triebe stehenden, dieselben ganz umfassenden und dadurch zum Absterben bringenden Gallen der roten Fichtenblattlaus Chermes coccineus; das Insekt wird um deswillen kaum nachteilig, weil es fast ausschließlich an den Seitenzweigen älterer Fichten — hier allerdings in oft sehr großer Menge — auftritt.

Die Lärchenwolllaus, Chermes laricis, durch ihre weißen Wollenbäuschchen ins Auge fallend, legt ihre Eier an die Nadeln der Lärchen, die Lärvchen saugen an denselben und die Nadeln werden an der betr. Stelle mißfarbig und knicken ein. — Aehnlich tritt Chermes strobi an Weymouthskiefern auf.

2. Auf Laubholz.

Die Gallwespen, Cynipidae, erzeugen durch die Ablage ihrer Eier in Blätter, Zweige, Knospen, Blüten und durch den Reiz, welchen der Fraß der kleinen Larve verursacht, eigentümliche Wucherungen, Gallen, verschiedenster Art und Größe, die oft sehr ins Auge fallen. Namentlich ist es die Eiche, auf der eine Anzahl solcher Gallwespen lebt: so die Eichengallwespe, Cynips quercus folii, die bekannten großen rot und grünen sog. Galläpfel auf der Unterseite der Eichenblätter erzeugend; die Zapfengallwespe, C. fecundatrix, die Verursacherin der hopfenartigen, anfänglich grünen dann braunen Zäpfchen an der Spitze der Eichenzweige; die Eichenrosengallwespe, C. terminalis, große rosenfarbige Schwammgallen an den Zweigspitzen der Eiche hervorrufend. Hierher gehören auch jene im Süden vorkommenden Gallwespen, deren Stich die bekannten, als Gerbemittel Verwendung findenden Knoppern erzeugt.

Die **Buchengallmücke**, Cecidomyia fagi, verursacht in ähnlicher Weise die kegelförmig zugespitzten grün und roten Gallen, welche sich allenthalben und oft in großer Menge auf den Buchenblättern finden.

In auffallend starker Weise wird die Ulme von einigen Blattlausarten heimgesucht. Die Blätter derselben zeigen sich auf der Oberseite oft ganz überdeckt mit großen, grünen, später mißfarbigen Blasen, von der **Ulmenblasen-Blattlaus**, Tetraneura ulmi, herrührend; an der Basis der Blätter jüngerer Ulmen finden sich häufig die bis wallnußgroßen blasigen Auftreibungen von Schizoneura lanuginosa.

Die Rinde alter Buchen findet sich bisweilen dicht bedeckt mit dem weißen Sekret der **Buchenwolllaus**, Chermes fagi.

Gruppierung der Forstinsekten nach verschiedenen Gesichtspunkten.

§ 75. Wie in § 37 berührt, kann die Gruppierung der schädlichen Forstinsekten in wesentlich verschiedener Weise, von verschiedenen Gesichtspunkten aus erfolgen; eine solche möge nun nachstehend noch Platz greifen.

1. **Nach dem Alter der befallenen Bestände.**

Es läßt sich beobachten, daß ein Teil der Insekten nur junge Pflanzen, Schläge heimsucht und beschädigt, ein anderer nur ältere Bestände, und selbst hier nochmals mit einem Unterschied zwischen Stangenholz- und Altholzbeständen. Diese Unterschiede sind teils direkt durch die Lebensweise bedingt, indem ein Teil der Insekten sich nur von zarter Rinde, zarten Wurzeln nährt, sonach auf die Schläge angewiesen ist, ein anderer unter dicker Borke, im Innern des Holzes Nahrung sucht, seine Eier in den Schutz der Rindenschuppen ablegt und demgemäß auf ältere Bestände angewiesen ist; teilweise aber ist der Grund, weshalb (z. B. vom Föhrenspanner, der Eule) in höherem Grad Stangenhölzer als alte Bestände befallen werden, schwer einzusehen.

Man unterscheidet nun **Kulturverderber** und **Bestandsverderber** und zählt zu ersteren:

Hylobius abietis und Pissodes notatus, wie überhaupt die Mehrzahl der Rüsselkäfer, Bostrichus bidens, Hylastes ater und cunicularius, Melolontha vulgaris (als Engerling), Retinia buoliana, turionana und resinella, Lyda campestris, Gryllotalpa vulgaris, Agrilus viridis.

Als Bestandsverderber erscheinen die übrigen aufgezählten Insekten, von denen die meisten Borkenkäfer, dann Gastropacha pini und Liparis monacha stets in erster Linie Altholzbestände zu befallen pflegen, während Pissodes piniphilus, dann Trachea piniperda und Fidonia piniaria ihre Angriffe zunächst gegen die Stangenhölzer (der Föhre) richten.

2. **Nach den beschädigten Baumteilen.**

Holz- oder Stammverderber zerfressen entweder die Basthaut und bewirken hiedurch meist rasches Absterben, wie nahezu sämtliche Borkenkäfer (Ausnahme Xyloterus lin.) und Bastkäfer, dann die auf Nadelholz lebenden Rüsselkäfer, die Gattung Buprestis; oder die Markröhre, wie die Imagines von Hylurgus piniperda und minor, dann die Larven von Retinia resinella; oder durchwühlen im Larvenzustand das Holz: Xyloterus lineatus, die Gattungen Sirex, Cerambyx.

Blattverderber. Hieher gehören die Raupen der meisten Schmetterlinge, die Gattungen Melolontha, Lytta, Chrysomela (erstere nur als Imago), die Afterraupen der Blattwespen.

Wurzelverderber: die Engerlinge der Gattung Melolontha, dann Gryllotalpa vulgaris.

Knospenverderber: Retinia buoliana und turionana, ferner ein Teil der Laubholz-Rüsselkäfer.

Deformitäten=Erzeuger endlich sind die Gattungen Chermes, Cynips, Cecidomya, dann verschiedene Blattlausarten.

3. Physiologisch schädlich sind jene Insekten, durch deren Beschädigungen die Gewächse im Wachstum mehr oder weniger beeinträchtigt, eventuell selbst zum Absterben gebracht werden, also die Zerstörer von Safthaut, Belaubung, Wurzeln, während jene, welche durch Durchlöcherung des Holzes dasselbe für technische Zwecke mehr oder weniger unbrauchbar machen, als technisch schädlich bezeichnet werden. Zu der verhältnismäßig kleinen Zahl der letztern zählen Xyloterus lineatus, die Gattung Sirex und die meisten der Cerambyciden.

4. Was endlich die Einteilung nach dem Grad der Schädlichkeit betrifft, so stößt eine strenge Klassifizierung der Forstinsekten in sehr schädliche, merklich schädliche und wenig schädliche auf ziemliche Schwierigkeiten; immerhin dürften nachstehende Insekten, weil öfter und in einer die Waldungen oft schwer schädigenden Menge auftretend, als unbedingt sehr schädliche bezeichnet werden:

Bostrichus typographus, Hylobius abietis, Melolontha vulgaris, Gastropacha pini, Liparis monacha; an sie schließen sich zunächst, weil stellenweise schon sehr schädlich aufgetreten: Pissodes notatus, Hylurgus piniperda, Trachea piniperda, Fidonia piniaria, Lophyrus pini.

Die übrigen aufgezählten Forstinsekten möchten wir der Hauptsache nach den merklich schädlichen zuzählen und nur folgende, um ihres häufigen und charakteristischen Vorkommens willen angeführte als wenig schädliche bezeichnen: die Cerambyciden und Chrysomeliden, dann die Deformitäten=Erzeuger.

2. Gefährdung durch Gewächse.

1. Forstunkräuter.

Begriff; Auftreten.

§ 76. So wenig wir jedes im Wald vorkommende und von Baumteilen sich nährende Insekt sofort als „Forstinsekt" bezeichnen können, ebensowenig werden wir jedes im Wald auftretende Gewächs als „Forstunkraut" ansprechen. Mit diesem letztern Namen bezeichnen wir vielmehr nur jene Gewächse, welche in größerer Zahl und gemeinschaftlich auftretend unsern waldbaulichen Bestrebungen in irgend welcher Weise hindernd entgegentreten, das Gedeihen unserer Holzgewächse beeinträchtigen.

Dieses Auftreten von Forstunkräutern und deren Art ist nun durch verschiedene Faktoren bedingt: durch die mineralische Zusammensetzung des Bodens, dessen größern oder geringern Gehalt an Feuchtigkeit, vor allem aber auch durch die Einwirkung des Lichtes. Im dicht geschlossenen alten Buchenbestand sehen wir keinen Grashalm, in der Kieferndickung ist keine Spur des Heidekrautes mehr vorhanden, das vorher die Schlagfläche dicht überzog und das alsbald wieder erscheint, wenn der ältere Föhrenbestand sich anfängt zu lichten, ebenso wie der zum Zweck der Verjüngung gelichtete Buchenbestand alsbald eine leichte Begrünung, die kahle Fläche des abgetriebenen Fichtenbestandes einen dichten und mannigfaltigen Unkrautüberzug an Stelle der bisherigen Moosdecke zeigt.

Je frischer und kräftiger der Boden, je voller die Einwirkung des Lichtes, um so mannigfaltiger und üppiger pflegt dieser Ueberzug zu sein, während auf ärmerem Boden und bei gedämpfter Lichteinwirkung nur wenige Unkräuter — etwa Heide im erstern, Heidelbeere im letztern Fall — oft weithin die Decke des Bodens bilden. Die Ansprüche der verschiedenen Unkräuter an das Licht, wie an die Eigenschaften des Bodens sind hiebei vielfach so charakteristisch, daß der Forstmann aus deren Auftreten manche wichtige Schlüsse ziehen kann: eine leichte Begrünung des Buchensamenschlages sagt ihm, daß genügend

Licht für den aufkeimenden Nachwuchs vorhanden sei, im Eichenstangenholz gilt sie ihm als ein Zeichen, daß der bodenschützende Unterbau nun bald am Platze sei; wo Heide wuchert, wird er auf die Nachzucht anspruchsvoller Holzarten verzichten, während ihm Himbeere und Tollkirsche den Boden als noch frisch und kräftig bezeichnen.

Zu fürchtende Nachteile.

§ 77. Ein mehr oder weniger dichter Ueberzug von Forstunkräutern verschließt den Boden der natürlichen Ansamung, bereitet aber auch der künstlichen Aufforstung, der Bearbeitung des Bodens für die Saat, der Herstellung des Pflanzloches Schwierigkeiten und verursacht hiedurch, wie durch die etwa gebotene Anwendung stärkeren Pflanzmateriales oft wesentlich höhere Aufforstungskosten. Die Forstunkräuter, meist raschwüchsig und, wenn auch bei der Kultur entfernt, rasch wieder erscheinend, überwachsen die meist langsamer wüchsigen Holzgewächse, entziehen ihnen den Licht- und Thaugenuß, nehmen einen großen Teil der im Boden vorhandenen löslichen Nährstoffe in Anspruch, halten namentlich die nur leichtern Regen ab, in den Boden einzudringen, während sie selbst durch Verdunstung dem Boden viel Feuchtigkeit entziehen; überlagern endlich, im Herbst und Winter absterbend, die Holzpflanzen oft so vollständig, daß dieselben zu Grunde gehen. Ebenso überwuchern einzelne Schling- und Rankengewächse selbst stärkere Pflanzen vollständig, sie zu Boden drückend.

An den im Grase stehenden Pflanzen beobachten wir im Frühjahr häufig Frostbeschädigungen als Folge starker Verdunstung, und Mäuse finden willkommenen Schutz im dichten Gras und Unkrautüberzug.

So sind die Forstunkräuter dem Forstmann eine meist unwillkommene Erscheinung, willkommen nur etwa zur Bindung allzu lockern Bodens oder als lichter Schutzbestand in Gestalt von Besenpfriemen und Wachholder. Daß dieselben zur Fütterung des Viehs und als Streumaterial Verwendung finden, durch ihre Beerenfrüchte der armen Bevölkerung einen erwünschten Nebenverdienst bieten, möge noch erwähnt sein.

Bezeichnung der häufigsten Forstunkräuter.

§ 78. Die Forstunkräuter sind bald krautartig und alljährlich absterbend, bald zwei- und mehrjährig, im letztern Falle teils am Boden hinkriechende kleinere Sträucher, wie die Beerkräuter, die Heide, bald aber zu kräftig in die Höhe strebenden eigentlichen Sträuchern, wie Schwarz- und Weißdorn, Hollunder u. dgl., sich entwickelnd. Für das Auftreten der einen oder andern Art ist der Standort, insbesondere aber auch der Feuchtigkeitsgrad des Bodens maßgebend, so daß wir sie nach diesem letztern einigermaßen gruppieren können.

Auf *nassem* und *torfigem* Boden finden wir einige Beerkräuter: die Moosbeere und Rauschbeere, die Sumpfheide, den Sumpfporst, das Wollgras, ferner verschiedene sog. saure Gräser: Riedgras, Binsen und Simsen, dann das Sumpfmoos, auch das sog. Bürstenmoos.

Mannigfaltig ist die Unkräutervegetation auf *gutem*, *frischem* Boden: Fingerhut, Tollkirsche, Weidenröschen, Brennessel, Hanfnessel, Himbeeren, Brombeeren, Farnkräuter und Gräser verschiedenster Art bilden den dichten Bodenüberzug; im geschlossenen Fichten- und Tannenbestand sind es Moose, meist zur Gattung Hypnum gehörig, die den Boden decken.

Auf *trockenem*, *sandigem* oder heruntergekommenem Boden finden wir Heide, Heidelbeere, Preißelbeere, die Ginsterarten, Besenpfrieme, Habichts- und Kreuzkraut, Hauhechel, Wollblume, dann die trockenen, schmalblätterigen Angergräser.

Die Sträucher, welche in unseren Waldungen auftreten, namentlich auf gutem, frischem Boden (Auwaldungen) üppig und lästig wuchernd, sind: Schlehdorn (Schwarz-

dorn), Weißdorn, Hollunder, Faulbaum, Hartriegel, Beinweide, Spindelbaum, Geisblatt, auf trockenerem Boden Wachholder.

Mittel der Abwehr.

§ 79. Wie bei der schädlichen Tierwelt, so werden wir auch hier dem massenhafteren Auftreten der Forstunkräuter in erster Linie vorzubeugen suchen, indem wir denselben die Bedingungen freudigen Gedeihens thunlichst entziehen. Wir suchen den Bestandsschluß zu erhalten, stellen unsere Besamungsschläge dunkel, hauen so langsam nach, als dies die Holzart gestattet; suchen dort, wo wir zum Kahlhieb genötigt sind, demselben mit der Aufforstung rasch zu folgen, wählen die Pflanzung ev. mit stärkeren verschulten Pflanzen an Stelle der Saat oder kleiner Pflänzlinge, da erstere weniger leiden, den Schluß rascher wieder herstellen.

Ist aber der Gras- und Unkrautwuchs auf den von uns zu kultivierenden Flächen schon vorhanden oder stellt er sich alsbald nach der Kultur in bedrohlicher Entwicklung ein, so gilt es, denselben thunlichst zu zerstören. Starken Graswuchs hält man mit der Sichel durch Abgabe des Grases als Viehfutter nieder, oder läßt in Saaten dasselbe durch Rupfen (wozu sich die Futterbedürftigen allerdings viel weniger gern herbeilassen) entfernen; Heide, Besenpfrieme, Farnkräuter sind in den meisten Gegenden als Streumaterial absetzbar und werden kostenlos entfernt. Wo aber solche Abgaben lästiger Unkräuter als Futter und Streu nicht möglich, darf man auch Kosten für das Ausschneiden derselben, das Niedertreten von Farn und Brombeeren, das Heraushauen holziger Sträucher nicht scheuen; selbst Eintrieb und resp. Durchtrieb von Schafen und Rindvieh durch stark graswüchsige Fichtenkulturen hat man schon mit überwiegendem Vorteil angewendet.

Gegen den Wiederausschlag der Stöcke lästiger Sträucher und Weichhölzer hat man auch das Uebererden der Stöcke, Zudecken derselben mit nicht zu kleinen Erdhaufen und Plaggen mit gutem Erfolg angewendet. — Landwirtschaftlicher Zwischenbau, wie er in der Rheinebene teilweise im Gebrauch, zerstört den Unkrautwuchs zwischen den Pflanzenreihen vollkommen.

Sehr lästig kann der Unkrautwuchs in Forstgärten werden. Neben dem Ausjäten als Mittel der Zerstörung wären das Decken der Räume zwischen den Pflanzenreihen mit Laub und Moos, Vorsicht bei Anwendung des sog. Kompostdüngers, der viel Unkrautsamen enthalten kann, wie bei Auswahl des Platzes für Saatbeet oder Forstgarten, als Mittel der Vorbeugung zu nennen.

2. Schmarotzergewächse.

§ 80. Als solche erscheinen zunächst zwei Gewächse aus der Familie der Misteln: die allenthalben verbreitete gewöhnliche Mistel (Viscum album) und die Eichenmistel oder Riemenblume (Loranthus europaeus), welche mehr in südlichen Ländern zu Hause ist. Erstere durchsetzt mit ihren Senkwurzeln das Holz insbesondere von Tannen, Föhren, Linden, Schwarzpappeln, Akazien und macht, wenn sie am Stamm auftritt, das Holz zu Nutzholzzwecken unbrauchbar, letztere erzeugt namentlich an Eichen oft kopfgroße Wucherungen, oberhalb deren der Stamm nicht selten abstirbt. Mittel gegen beide Schmarotzer, die im Großen anwendbar wären, gibt es nicht.

Im weitern sind es Pilze, welche in das Innere der Gewächse oder einzelner Teile derselben eindringend dieselben mehr oder weniger zerstören, ihr langsameres oder rascheres Absterben bewirken. Im engen Zusammenhang mit den Pflanzenkrankheiten stehend und vielfach deren Ursache, mögen sie mit jenen Besprechung im III. Abschnitt finden.

III. Gefährdungen durch die anorganische Natur.

1. Gefährdungen durch ungewöhnlich niedere oder hohe Temperatur (Frost und Hitze).

A. Frost.

§ 81. Je nach der Zeit des Auftretens unterscheiden wir den zur Zeit völliger Vegetationsruhe auftretenden Winterfrost, den spät im Frühjahr nach bereits eingetretenem Erwachen der Vegetation sich einstellenden Frühjahrs- oder Spätfrost, endlich den Herbst- oder Frühfrost, welcher zeitig im Herbst eintretend die noch nicht vollständig abgeschlossene Vegetation beschädigt. Eine besondere Art von Frosterscheinung ist endlich das sog. Auffrieren, der Barfrost, durch welchen lockerer, wasserhaltiger Boden und mit ihm die in demselben wurzelnden schwächern Pflanzen gehoben werden.

§ 82. Der Winterfrost wird unsern Waldbäumen nur dann schädlich, wenn er entweder besonders hohe Grade erreicht oder nur schwach verholzte Pflanzenteile trifft — andernfalls geht er an denselben ohne Beschädigung vorüber. Er kann physiologisch schädlich werden, das Pflanzengewebe tötend oder doch schädigend, und mechanisch schädlich, das Gewebe zerreißend, ohne weitere nachteilige Folgen für das Leben des Baumes (Frostrisse).

Durch den Winterfrost leiden namentlich die nicht vollständig verholzten Pflanzenteile, und wir sehen daher einerseits die sog. Johannitriebe häufig erfrieren, ebenso aber auch die Triebe jener Holzgewächse, welche dank feuchtwarmer Herbstwitterung, reichlicher Lockerung und Düngung des Bodens bis spät in den Herbst hinein fortgewachsen sind; ebenso z. B. auch einjährige, infolge später Saat und trockenen Samens erst spät aufgekeimte Eichenpflanzen. Bei hohen Kältegraden, insbesondere wenn mit starker Kälte des Nachts sonnige Wintertage mit verhältnismäßig hoher Temperatur wechseln, sehen wir aber auch ältere Stämmchen und Pflanzen an Stamm und Wurzeln Not leiden, die Nadeln unserer Fichten und Tannen sich röten; so starben im strengen Winter 1879/80 zahlreiche Eichenstangen ab, Tannenpflanzen wurden getötet, die Sonnseiten der Nadelholzbestände gerötet. — Auch plötzliche Freistellung von Pflanzen, die bisher sehr geschützt stunden, läßt bei nur etwas stärkerer Kälte Beschädigungen wahrnehmen, und ebenso scheint im Frühjahr unmittelbar vor Laubausbruch bei manchen Holzarten — so Fichten und Tannen — gesteigerte Empfindlichkeit gegen Frost zu bestehen. Schneeloser Winter verhält sich ebenfalls ungünstiger, läßt die jüngern Wurzelteile erfrieren, während eine Schneedecke denselben guten Schutz gewährt.

Mittel zum Schutz gegen diese Beschädigungen stehen uns, wie leicht einzusehen, nur im geringsten Maß zu Gebote.

Als mechanisch schädliche Folge strengen Winterfrostes erscheinen die sog. Frostrisse oder Eisklüfte; dieselben sind nach Rob. Hartigs Ansicht[34]) eine Folge des Austretens des gefrierenden Wassers aus den Zellwandungen in das Lumen der Zellen, es tritt hiedurch eine Erscheinung ähnlich dem Schwinden des Holzes ein und der Stamm reißt auf größere oder geringere Strecke in der Längsrichtung auf, wobei der in der Peripherie beginnende Riß sich mehr oder weniger tief in das Bauminnere erstreckt. Diese Frostspalten, welche sich beim Aufthauen wieder schließen, sucht der Baum durch gesteigerten Zuwachs an den Seiten des Risses (in Folge verminderten Rindendruckes) zu überwallen; hiedurch entsteht eine anfänglich geringe, bei wiederholtem Aufreißen und Ueberwallen aber sich steigernde Erhöhung längs des Stammes, welche als Frostleiste bezeichnet wird. — Der Nachteil durch Frostrisse, welche man insbesondere an Eichen, Edelkastanien, Nuß-

34) Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882. S. 179. Ausführlich bespricht die verschiedenen bez. der Entstehung der Frostrisse bestehenden Ansichten Nördlinger (Forstschutz S. 420 ff.).

bäumen, auch Eschen und Ulmen — und zwar auf deren Nord- und Ostseiten — wahrnimmt, besteht darin, daß solche Stämme zu mancher technischen Verwendung unbrauchbar werden; auch beginnt von den Frostrissen aus nicht selten Fäulnis des Stammes. — Schutzmittel stehen uns nicht zur Verfügung.

§ 83. Viel gefürchteter als der Winterfrost ist der Spät- oder Frühjahrsfrost; die durch denselben verursachten Beschädigungen sind um so größer, je später er im Frühjahr sich einstellt, je weiter die Vegetation entwickelt ist. Er tötet die zarten Blätter und Triebe, die Keimlinge und die Blüten vieler Holzarten völlig, durch die Vernichtung der letzteren auch die Aussicht auf ein Samenjahr zerstörend; stärkere Pflanzen werden zwar nicht getötet, können aber infolge wiederholter Frostbeschädigung zuletzt vollständig verkrüppeln (so Fichten in sog. Frostlöchern).

Sehr verschieden ist nun das Verhalten der einzelnen Holzarten dem Spätfrost gegenüber, und manche ertragen eine Temperatur bis zu —5, ja —7 Grad, werden daher, da solch' bedeutende Temperaturerniedrigung fast nie stattfindet, als frosthart bezeichnet, während jene, welche schon bei viel geringeren Frostgraden erfrieren, empfindliche Holzarten genannt werden. Zu den ersteren gehören: Hainbuche, Birke, Erle, Ulme, Aspe, Weide, Vogelbeere, dann Föhre, Schwarz- und Weymouthskiefer, zu den letzteren Esche, Edelkastanie, Eiche, Buche, Akazie, Tanne; in der Mitte dürften etwa Ahorn, Linde, Fichte und Lärche stehen.

Verschiedene Momente erhöhen die Schädlichkeit des Spätfrostes, die Gefahr durch denselben. Die meisten Waldbäume ertragen einige Grade unter 0 bei trockenem Frost, Reifbildung dagegen und längere Dauer des Frostes erhöht dessen schädliche Wirkung; bewegte Luft wirkt günstig — wir sehen dort, wo der Luftzug fehlt, in den sog. Frostlöchern, die Frostbeschädigung fast alljährlich auftreten, ebenso dort, wo durch Wasser- und Wiesenflächen die Verdunstung eine besonders starke ist; Pflanzen inmitten dichten Graswuchses erfrieren leichter als jene auf unbenarbtem Boden. Die Frostbeschädigung macht sich vielfach nur bis zu einer gewissen Höhe, der sog. Frosthöhe bemerkbar, oberhalb deren die Pflanzen unbeschädigt bleiben; es ist dies dadurch bedingt, daß nach oben die Feuchtigkeit abnimmt, die Luft bewegter wird; aus gleichem Grunde sehen wir Frostbeschädigungen in Thälern und Einsenkungen auftreten, während die höheren Lagen unbeschädigt blieben.

Süd- und Südwestgehänge sind infolge der dort früher erwachenden Vegetation gefährdeter, als Nordwest- und Nordgehänge; Ostgehänge leiden durch die kalten, frostbringenden Ostwinde, ebenso aber auch durch die sofortige Erwärmung durch die Sonne nach einer hellen Frostnacht, da rasches Aufthauen der gefrorenen Pflanzenteile stets besonders nachteilig wirkt.

Die empfindliche Eiche und Akazie entgehen nicht selten durch ihr spätes Ergrünen dem Spätfrost, ebenso der Gipfeltrieb der Tanne, der sich später entwickelt, als die Seitentriebe; die Lärche ist am empfindlichsten im Moment der allerdings sehr früh eintretenden Knospenentfaltung, später weniger.

§ 84. Die Mittel, durch welche wir im größern Forstbetrieb den Wirkungen des Spätfrostes einigermaßen vorbeugen können, liegen vorwiegend auf dem Gebiet des Waldbaues. Gestützt auf die Wahrnehmung, daß unter dem Schirme stärkerer Bäume infolge der gehemmten Wärmeausstrahlung Spätfrosterscheinungen nicht oder doch nur in abgeschwächtem Maße auftreten, erziehen wir unsere empfindlicheren Holzarten unter einem Mutter- oder Schutz-Bestand, halten denselben dunkel, hauen langsam und allmählich nach, jeden plötzlichen Uebergang zur Freistellung thunlichst meidend. — Fehlt einer aufzuforstenden Fläche der Schutzbestand, so erziehen wir, wenn die Aufforstung mit gegen Frost empfindlicheren Holzarten zu erfolgen hat, uns nicht selten einen solchen durch vor-

ausgehende Bepflanzung der Fläche mit raschwüchsigen und frostharten Holzarten — Föhre, Erle, Birke — die nach genügender Erstarkung der zwischen den Pflanzenreihen eingebrachten empfindlicheren Holzart (Fichte) allmählich und vorsichtig wieder entfernt werden. Hochstengliche Forstunkräuter, wie Besenpfriemen, Wachholder, Sträucher verschiedener Art bilden bisweilen einen natürlichen und gut zu benützenden Schutzbestand. — In Ermangelung des letztern wählen wir bei empfindlicheren Holzarten zur Aufforstung stets stärkere Pflanzen, die vom Frost nur beschädigt, nicht aber getötet werden, der Gefahr auch rascher entwachsen; Wildlinge, die bisher etwa unter stärkerer Beschattung stunden (Buchen, Tannen, Fichten), sind, weil gegen Frost und Hitze gleich empfindlich, zu solchen Kulturen ins Freie verwerflich.

Von besonderer Bedeutung ist der Schutz unserer Saatkämpe und Forstgärten, und stehen uns für dieselben neben den Vorbeugungs- auch direkte Schutzmittel zu Gebot.

Zu ersteren gehört die zweckmäßige Auswahl der Oertlichkeit: das Vermeiden von Frostlagen, das Vorhandensein von Seitenschutz durch umliegende Bestände; ferner die Aussaat empfindlicher Holzarten (Eichen, Buchen) im Frühjahr statt im Herbst, da hiedurch die Keimung wesentlich verzögert wird. Als direktes Schutzmittel ist das Bestecken der Pflanzenbeete mit Reisig, das Decken derselben mit Schutzgittern zu betrachten, ja man ist da und dort soweit gegangen, dem ganzen Saatbeet eine Hochdeckung zu geben. Das Ueberhalten einer Schutzbestockung auf einer Saatbeetfläche führt soviele Nachteile mit sich, daß wir uns nicht für dasselbe aussprechen können.

Gärtner suchen gefrorene und bereifte Pflanzen durch Begießen mit kaltem Wasser und hiedurch verlangsamtes Aufthauen zu retten; im Forstgarten wird auch ausnahmsweise von diesen Mitteln Gebrauch gemacht werden können.

§ 85. Viel weniger Gefahr als die Spätfröste bringen die zeitig im Herbst eintretenden Früh- oder Herbstfröste mit sich; abgesehen davon, daß sie überhaupt seltener eintreten, werden durch dieselben nur die noch unverholzten Pflanzenteile betroffen, der Schaden ist hiedurch ein geringerer. Später Hieb in Ausschlagwaldungen (Schälwald), warmer und feuchter Herbst, der die Vegetation lange nicht abschließen läßt, steigern die Gefahr; namentlich die Eiche mit ihren sog. Johannitrieben erscheint bedroht.

Auch das Auftreten der Schütte bei der Kiefer hat man Frühfröſten zugeschrieben und die Pflanzen durch rechtzeitiges Bedecken mit Aesten oder durch Ausheben und Einkellern derselben zu schützen gesucht.

§ 86. Eine in Forstgärten und Saatkulturen gefürchtete Erscheinung ist jene des Auffrierens des Bodens, des Ausfrierens der Pflanzen: die Erscheinung des sog. Barfrostes. Der lockere, feuchte, einer festigenden Bodendecke bare Boden wird durch das Gefrieren des Wassers gehoben, mit demselben die Pflanzen, und bei dem mit eintretendem Aufthauen stattfindenden Zurücksinken des Bodens bleiben diese letztern obenauf liegen und gehen dann durch Vertrocknen meist zu Grunde. Lockerer Boden, Feuchtigkeit desselben und wechselndes Frost- und Thauwetter, wie wir dasselbe insbesondere an hellen Tagen im Februar und März wahrnehmen, sind sonach Bedingungen dieser Erscheinung.

Durch dieselbe leiden erklärlicher Weise vorwiegend flachwurzelnde Holzarten, die Fichte, die Tanne mit ihrer langsamen Entwicklung, während die tiefwurzelnde Eiche, Föhre, Edelkastanie wohl nur ausnahmsweise beschädigt werden.

Wir beugen der Gefahr des Ausfrierens vor durch Entwässerung feuchter Orte, Anwendung der Pflanzung an Stelle der Saat, der Ballenpflanzung an Stelle der Pflanzung mit nacktwurzeligen Pflanzen in gefährdeten Oertlichkeiten. Im Saatbeet unterlassen wir ein Lockern und Ausgrasen der Beete im Herbst, decken die Zwischenräume zwischen den Pflanzen mit Laub oder Moos, häufeln die Pflanzen an; drücken nach eingetretener

Beschädigung die gehobenen Pflanzen wieder an oder übersieben die bloßgelegten Wurzeln mit klarer Erde.

B. Hitze.

§ 87. Die Hitze — hohe, durch die Einwirkung der Sonne hervorgerufene Wärmegrade — wird direkt nur durch den sog. Rindenbrand, indirekt aber durch das Austrocknen des Bodens bei gleichzeitig gesteigerter Verdunstung der Blätter nachteilig; trockene Ostwinde steigern hiebei diese nachteilige Wirkung.

Dieselbe macht sich geltend in dem Kümmern und endlichen Absterben von Keimlingen und schwächern, ja selbst stärkern Pflanzen, im Vertrocknen keimender Samen, im Welkwerden von Blättern und Blüten vieler Gewächse, dem Taubwerden und Abfallen bereits angesetzter Früchte. Selbst an alten Bäumen kann man ein frühzeitiges Welkwerden und Vergelben der Blätter wahrnehmen, und heißen Sommern pflegt stets ein verhältnismäßig starker Anfall an Dürrholz zu folgen.

Begünstigung der Vermehrung schädlicher Insekten, welchen trockenes Wetter stets günstiger als naßkaltes ist, denen durch die kränkelnden Stämme vermehrte Brutstätten geboten sind, dann erhöhte Gefahr durch Waldbrände erscheinen als sekundäre Folgen der Trockenhitze.

Die nachteiligen Wirkungen der Hitze und bezw. des durch dieselbe hervorgerufenen Austrocknens des Bodens machen sich nun erklärlicher Weise ganz besonders geltend: auf an sich trockenerem oder flachgründigem Boden (Sand, Kalk), an den heißen Süd- und Westgehängen, bei seicht wurzelnden Holzarten (Fichte, Tanne), bei Saatkulturen und jungen Pflanzungen, namentlich bei erst frisch versetzten und noch nicht genügend angewurzelten Pflanzen. Aus letzterem Grund ist auch Trockenhitze und austrocknender Ostwind zur Kulturzeit und unmittelbar nach derselben besonders verderblich.

Auch die Wirkung des Reflexes macht sich in der Nähe einzeln stehender Bäume oder ganzer Schlagwände oft in unangenehmer Weise geltend; wir sehen dort den Schnee zuerst schmelzen, den Boden früher ergrünen, aber auch im heißen Sommer die Vegetation kümmern und selbst absterben.

§ 88. Wie bei dem Frost, so liegen auch bez. der Hitze die Mittel der Vorbeugung auf waldbaulichem Gebiet: Verjüngung unter Mutter- oder Schutzbestand, Erhaltung des Seitenschutzes gegen Süd und West dort, wo man Kahlhiebe führen muß; Erhaltung eines Waldmantels zum Schutz gegen austrocknende Winde; Wahl der Pflanzung an Stelle der stets gefährdeteren Saat, stärkerer und reichbewurzelter Pflanzen an Stelle schwacher unverschulter Pflänzlinge; tiefe Bodenlockerung und vertiefte Saatstreifen dann, wenn irgendwelche Gründe gleichwohl zur Saat nötigen — das sind etwa die wichtigsten Vorbeugungsmittel im Wald.

Im Forstgarten stehen uns solche Mittel zu Gebote, zunächst wieder in der richtigen Auswahl des Platzes, seitlich gegen Süd und West geschützter Oertlichkeiten; in dem Decken der frisch angesäten Beete mit Reisig, Moos, Schutzgittern, dem Schutz der Keimlinge und schwachen Pflanzen durch aufgesteckte Aeste und übergelegte Gitter; in dem häufigen Lockern, Ausgrasen, Anhäufeln der Beete und resp. Pflanzen. Auch zur Gießkanne greifen wir wohl im Notfall; wo die Bewässerung der Saatbeete ohne allzu große Kosten möglich ist, wird sie sich stets vorteilhaft erweisen.

§ 89. Als eine Folge direkter Einwirkung der Sonne erscheint der sog. Rindenbrand, bei welchem an der der Sonne in hohem Grade ausgesetzten Süd- und Südwestseite der Stämme deren Rinde der Regel nach streifenweise trocken wird, aufreißt und schließlich abfällt; das bloßgelegte Holz stirbt ab und verfällt der sich mehr und mehr ins Stamminnere ziehenden Fäulnis.

Nur unter bestimmten Verhältnissen sehen wir diese Erscheinung auftreten: bei glattrindigen Holzarten, obenan der Buche, dann Hainbuche, Esche, Ahorn, jüngeren Fichten und Eichen, wenn dieselben, im Schluß bezw. Seitenschutz erwachsen, plötzlich gegen Süd oder Südwest bloßgestellt werden, wie dies etwa bei neuen Weg- und Eisenbahnanlagen, durch starke Aufastungen oder durch Abnützung eines vorliegenden Bestandes der Fall ist. Namentlich zeigen auch übergehaltene Buchen diese Erscheinung, die dann nahe dem Boden zu beginnen pflegt, und fordern in diesem Fall zu rascher Nutzung auf.

Im übrigen sucht man die Veranlassung zum Rindenbrand, die plötzliche und unvermittelte Freistellung von Bestandsrändern, bei empfindlichen Holzarten möglichst zu vermeiden; ist dies nicht möglich und zeigen sich die Randstämme schadhaft, so wird man dieselben gleichwohl erhalten, um die hinter denselben stehenden Stämme vor gleicher Beschädigung zu schützen. Selbst die Heister empfindlicher Holzarten, aus der Pflanzschule ins Freie gesetzt, zeigen Spuren des Rindenbrands, und wird die Erhaltung einer rauhen Beastung, wenn diese fehlt das Umwinden mit Reisig, als Schutzmittel zu betrachten sein.

2. Gefährdungen durch atmosphärische Niederschläge.

A. Fließendes und stagnierendes Wasser.

§ 90. So wohlthätig im allgemeinen die Wirkungen des Regens für die Vegetation sind, so unentbehrlich er derselben im heißen Sommer ist, so nachteilig können doch auch heftige Regengüsse und die durch dieselben gesteigerten Mengen fließenden Wassers unsern Waldungen werden.

Durch starken und anhaltenden Regen, Platzregen, Wolkenbrüche wird die bloßliegende Erdkrume an steilen, abgeholzten Gehängen, in Saatbeeten und auf Kulturflächen mit gelockertem Boden abgeschwemmt und weggeführt, mit ihr vielfach die Samen und selbst schwächere Pflanzen; Wege, Böschungen, Gräben werden vielfach zerrissen und beschädigt. Dieser durch die Gewalt des abfließenden Wassers verursachte Schaden steigert sich im Gebirg, woselbst infolge der Terraingestaltung oft sehr bedeutende Wassermassen in kürzester Zeit zusammenströmen, nicht selten zu großartigen Kalamitäten, zu Uferabbrüchen, Ab- und Ueberschwemmungen und zu Zerstörungen, die weit über den Wald hinausreichen [35]).

Sorgfältige Erhaltung des Waldes, seiner schützenden Bestockung und Bodendecke, wo solche noch vorhanden, ev. Wiederbewaldung der kahlen Flächen; Vermeiden jeden größern Kahlhiebes an steilen Gehängen, der Stockrodung und Streunutzung sind hier als vorbeugende Mittel, um so wichtiger, je gefährdeter die Oertlichkeit. Im eigentlichen Gebirg, zumal wenn dasselbe schon durch Entwaldung gelitten, gesellen sich hiezu Schutzbauten verschiedenster Art, Uferbefestigungen, Thalsperren von oft so großartiger Konstruktion, daß die Mitwirkung des Bautechnikers geboten erscheint.

An minder steilen und ausgedehnten Gehängen haben neuerdings die sog. Horizontalgräben ziemliche Verbreitung gefunden, Stückgräben von etwa 30 cm Tiefe, welche in Entfernungen von 5 bis 10 m — je steiler, desto enger — horizontal am Berg hinlaufend in der Weise hergestellt werden, daß immer der Unterbrechung derselben an einer Stelle ein Stückgraben der nächsten Horizontalen entspricht. Sie fangen das Regenwasser auf, geben demselben Zeit, in den Boden einzusinken, brechen selbst beim Ueberfließen dessen Gewalt und erweisen sich hiedurch sehr nützlich. An trockenen Gehängen werden sie aber aus naheliegendem Grunde auch der Bestockung wohlthätig, beleben dieselbe und haben deshalb in solchen Oertlichkeiten den Namen „Regenerations-Gräben“ erhalten [36]).

---

35) In großartigem Maßstab haben solche Zerstörungen in Südfrankreich im Juragebiet stattgefunden, in gleichem Maßstab aber ist man dortselbst auch mit Mitteln der Abhilfe vorgegangen. Vergl. hierüber das Werk von Demontzey, Studien über die Wiederbewaldung der Gebirge, übersetzt von Seckendorff 1880.

36) Vergl. den Aufsatz von Haag, F. Zbl. 1881. S. 208.

Saatstreifen an Gehängen legt man stets horizontal; Forstgärten und Saatkämpe, wenn deren Anlage an stärker geneigten Gehängen nicht zu vermeiden ist, terassiert man zum Schutz gegen das Abschwemmen, und Verschwemmen des Samens angesäter Beete sucht man durch Deckung derselben mit Reisig oder mit Schutzgittern zu verhindern.

§ 91. Aber auch stagnierendes Wasser kann im Wald sehr lästig und nachteilig werden; wir sehen dort, wo der Boden ein Uebermaß an Wasser enthält, die Pflanzen unserer meisten Holzarten kümmern, sehen dieselben durch Ausfrieren und Spätfröste Not leiden, sehen an älteren Stämmen häufig die Erscheinung der Stock- und Rotfäule auftreten, ältere Bestände in dem durchweichten Boden durch Windbruch heimgesucht. Die Frage nach Abhilfe tritt an den Forstwirt heran, und Entfernung der überschüssigen Feuchtigkeit wird diese Hilfe bieten.

In erster Linie werden wir die Ursache jenes Ueberschusses an Feuchtigkeit zu erforschen haben. Undurchlassender Untergrund, eine Lettschichte in geringer Tiefe, Quellen, welche keinen genügenden Ablauf haben, Grundwasser, welches von einer nahe gelegenen Wasserfläche herdrängt, werden sich als Gründe ergeben; auch Ueberschwemmungen bei mangelndem Wiederabfluß können die Veranlassung stagnierender Nässe oder völliger Versumpfung sein.

Quellen sucht man zu fassen und das Wasser durch Gräben abzuleiten, und ebenso wird man bei undurchlassendem Untergrund sich mittelst Entwässerungsgräben zu helfen suchen, wobei allerdings ein entsprechendes Gefäll nach einem natürlichen Wasserlauf oder Wasserbecken hin Bedingung ist. Das Versenken des Wassers, indem man die undurchlassende Schichte an der tiefsten Stelle zu durchbrechen sucht und den Schacht mit Steinen — zum Schutz gegen rasches Wiederverschlämmen — ausfüllt, wird nur ausnahmsweise Anwendung finden können.

Gegen seitlich durchdrückendes Grundwasser gibt es kein Mittel der Abhilfe, und auch die Vorsorge gegen Ueberschwemmungen geht meist über den Wirkungskreis und die Mittel des Forstmannes hinaus.

Bei der Vornahme einer Entwässerungsarbeit wird nun in erster Linie zu beachten sein, daß nur das Uebermaß des Wassers entfernt werden soll, daß jede zu weit getriebene Entwässerung für den Wald und namentlich auch für die Umgebung der entwässerten Oertlichkeiten geradezu nachteilig werden kann. Man ist an manchen Orten dahin gekommen, daß man die in zu großer Zahl angelegten Entwässerungsgräben wieder zugeworfen hat![37]). Das durch Entwässerung einer höher gelegenen Fläche dem Wald entzogene Wasser suche man, wo möglich, durch Einleiten und Verteilung in trockne Gehänge dem Wald zu erhalten, für denselben nutzbar zu machen[38]).

Stets soll die Entwässerung einer unbestockten Fläche der Aufforstung derselben einige Zeit vorausgehen, damit der Boden sich genügend setzen kann; eine Entwässerung schon bestockter Flächen muß mit großer Vorsicht geschehen.

Größeren Entwässerungsarbeiten hat stets ein entsprechendes Nivellement vorauszugehen, kleinere können vielfach nach dem Augenmaß ausgeführt werden. Die Herstellung der Gräben, welche meist offene, seltener gedeckte (Reiserdrains oder Steindrains) sind, erfolgt zur trockensten Jahreszeit, im Spätsommer oder Herbst und beginnt an der tiefsten Stelle; die Tiefe und Weite des Hauptgrabens wie der Seiten- und Schlitzgräben richtet sich nach der abzuführenden Wassermasse und den Bodenverhältnissen, durch welch' letztere namentlich auch die steilere oder flachere Böschung der Grabenwände bedingt ist. Die ausgehobene Erde läßt man nicht am Grabenrande aufhäufen, sondern wirft dieselbe, um das

---

37) Vergl. Reuß, Die Entwässerung der Gebirgswaldungen 1874.
38) Vergl. Kaiser, Beiträge zur Pflege der Bodenwirtschaft. 1883.

Zurückschwemmen in den Graben bei Regen zu verhindern, entsprechend auseinander.

So lange als nötig müssen die Gräben entsprechend unterhalten werden; vielfach läßt sich aber wahrnehmen, daß eine nasse Fläche dann, wenn der auf ihr begründete Bestand in Schluß tritt, durch den starken Wasserverbrauch des letztern an sich trocken wird, und eine fernere Erhaltung der Gräben wird dann unnötig, möglicher Weise selbst nachteilig sein.

B. Schnee.

§ 92. Gerne sieht der Forstmann während der Wintermonate eine mäßige Schneedecke im Wald: sie ist ihm ein Schutz für die jungen Pflanzen bei höhern Frostgraden, bei den Fällungen in Nachhieben, erleichtert die Holzausbringung und Abfuhr in hohem Grad und speist endlich, langsam schmelzend, den Boden mit Feuchtigkeit für die kommende trockne Jahreszeit.

Fein und trocken fallender Schnee bringt nun dem Wald keine Gefahr; anders, wenn er naß und großflockig fallend sich an die Nadeln und Zweige oder, sehr zeitig im Herbst erscheinend, an die noch an den Laubbäumen befindlichen grünen oder dürren Blätter in Massen anhängt: Aeste und Gipfel vermögen der übermäßigen Belastung nicht zu widerstehen und brechen ab — Schneebruch —, Junghölzer, Dickungen werden durch diese Belastung zu Boden gedrückt, ohne zu brechen, verlieren jedoch durch längeres Niederliegen die Fähigkeit, sich wieder aufzurichten — Schneedruck.

Außerordentlich groß sind die Beschädigungen, die unsern Waldungen in solcher Weise zugehen können und schon zugegangen sind: ältere Bestände werden durch Ast- und Gipfelbruch so durchlöchert, daß deren vorzeitiger Abtrieb erfolgen muß, jüngere Bestände werden auf kleineren oder größeren Flächen durch Bruch und Druck so vollständig zerstört, daß Abräumung und Wiederaufforstung nötig wird. Große Zuwachsverluste, bedeutende Kulturkosten, Störungen des Betriebsplanes sind die nächsten Folgen; mit Mühe nur und zu gedrückten Preisen gelingt es, das in großen Massen angefallene und vielfach geringwertige Material, das Ast- und Gipfelholz, das geringe Gestänge zu verwerten, das Stockholz muß ungerodet im Walde verbleiben — und neue Kalamitäten sind die Folge hievon, wie von verzögerter Aufarbeitung und langsamem Absatz: Rüsselkäfer und Wurzelbrüter aller Art erscheinen, die Borkenkäfer mehren sich durch das reichlich dargebotene Brutmaterial und abermalige Waldbeschädigungen und finanzielle Verluste sind die weitere Folge.

§ 93. Nicht überall und namentlich nicht überall im gleichen Maß sehen wir diese Beschädigungen durch Schnee auftreten. Wenn auch keine Standörtlichkeit völlig verschont bleibt, so sind doch Vorberge und Mittelgebirge die eigentlichen Schneebruchlagen, während die Ebene durch geringern, das Hochgebirge durch trockneren Schneefall in minderem Maß leiden.

Was die Holzarten anbelangt, so ist es erklärlich, daß die wintergrünen Nadelhölzer in viel höherem Grad zu leiden haben, als die Laubhölzer, und letztere werden durch Schnee nur dann beschädigt, wenn zeitig eintretender Schneefall noch viel dürres Laub als entsprechende Stützfläche an ihnen vorfindet, wie dies insbesondere an Eichen- und Buchengertenhölzern der Fall; dabei hat die brüchige Föhre mehr durch Schneebruch, die zähe Fichte in der Jugend durch Schneedruck zu leiden. Doch werden auch ältere Fichtenbestände durch Absprengen der Gipfel, sowie der Stämme und Stangen nicht selten schwer heimgesucht, zumal wenn etwa erstere mit Zapfen reich beladen, letztere durch alte Harzlachen oder Schälrisse des Wildes von früheren Zeiten her beschädigt sind. Von den Laubhölzern sehen wir die brüchige Akazie und Erle bisweilen durch Schneebruch geschädigt, während die frisch übergehaltenen Eichenlaßreiser des Mittelwaldes nicht

selten durch auflagernden Schnee zur Erde gebeugt und bei längerer Belastung für ihren Zweck untauglich gemacht werden.

Auch die Beschaffenheit der Bestände ist nicht ohne Einfluß: aus Laub- und Nadelholz gemischte Bestände leiden in minderem Maß, als reine Nadelhölzer, und dicht geschlossene, durch Saat oder natürliche Verjüngung entstandene Fichtenjunghölzer sind dem Schneedruck in viel höherem Grad ausgesetzt, als rechtzeitig durchforstete oder durch weitständigere Pflanzung entstandene derartige Bestände.

§ 94. Die Mittel, die dem Forstmann gegenüber den geschilderten Gefährdungen zur Verfügung stehen, sind mehr Mittel der Vorbeugung als direkter Abwehr, liegen auf dem Gebiete des Waldbaues und können den Schaden nur mindern, nicht völlig verhindern.

Als solche Mittel erscheinen nun die Wahl der richtigen Holzarten, eine zweckentsprechende Bestandesgründung und Bestandespflege. Man wird die brüchige Föhre nicht in höheren, durch Schneebruch erfahrungsgemäß heimgesuchten Oertlichkeiten anbauen, wird eine entsprechende Bestandsmischung anstreben, zur Bestandsgründung an Stelle der Saat oder engeren Pflanzung die Pflanzung mit kräftigen, stufigen Einzelpflanzen wählen, wird vor allem mit Durchforstungen frühzeitig beginnen, dieselben rechtzeitig wiederholen und hiedurch die Stangen zu stufigerem Wuchs bringen, dem Schnee das Durchfallen erleichtern. Besondere Vorsicht bez. der Durchforstungen ist in jenen Beständen nötig, die bisher in sehr dichtem Schluß stunden, und dürfen hier die ersten Durchforstungen nur sehr mäßig geführt werden.

Eine direkte Abwehr durch Abschütteln des Schnees ist nur in Parkanlagen, kleinen besonders wertvollen Junghölzern und etwa bei den niedergebogenen Laßreisern des Mittelwaldes möglich; hier könnte allerdings ein einziger Mann bisweilen Hunderte von Stangen an einem Tag retten.

Eine Minderung des durch Schneedruck angerichteten Schadens in Laubholz-Junghölzern kann in manchen Fällen durch Aufrichten niedergebogener Horste und selbst Aufbinden der dominierenden Stangen mit Hilfe des Nebenbestandes [39]) erfolgen; auch Köpfen der niedergebogenen Stangen an der Biegungsstelle in der Absicht, durch an der Abhiebsstelle erscheinende Ausschläge den Schluß herzustellen, hat man in Buchengertenhölzern mit Erfolg angewendet. — Im Nadelholz müssen die niedergedrückten Partien abgeräumt, die größern Lücken mit schnellwüchsigern Holzarten, die kleinern im Interesse des Bodenschutzes mit Schatthölzern ausgepflanzt werden; letztere wendet man auch zur Ausfüllung durchbrochener Föhrenstangenhölzer, die erhalten bleiben sollen, an.

Aufgabe des Wirtschafters ist es aber auch, durch möglichst rationelle und rasche Aufarbeitung und Verwertung der Bruchhölzer den finanziellen Schaden möglichst zu verringern, ebenso mit allen ihm zu Gebot stehenden Mitteln der in Nadelholzwaldungen drohenden Insektengefahr entgegenzuarbeiten. Man wird zunächst den Wald durch Räumung der Wege zugänglich machen, die Junghölzer und Schläge von auflagerndem Bruchholz befreien, aus dem anfallenden Material möglichst viel Nutzholz ausscheiden; das Holz an luftige Wege ausrücken, Nadelholz entrinden, Prügelholz aufspalten, Stammholz auf Unterlagen bringen — letzteres alles im Interesse besserer Konservierung des Holzes. Entrinden des Nadelholzes, Verbrennen des Reisigs, thunlichste Rodung von Stöcken und Wurzeln, Beseitigung kränkelnder Stämme sind die Vorbeugungsmittel gegen das Ueberhandnehmen schädlicher Insekten.

39) Dies Mittel wurde im Spessart mit Erfolg angewendet; vergl. die Mitteilung von Fürst in A. F. u. J.Z. 1882. S. 325.

C. Duft, Eisanhang und Hagel.

§ 95. Mit dem Ausdruck „Duft, Rauhreif, Anhang" bezeichnen wir bekanntlich jene Erscheinung, bei welcher sich der Wasserdampf der Luft in Gestalt von Eiskrystallen und langen Eisnadeln an den Zweigen, Nadeln, Blättern in oft sehr bedeutenden Massen ansetzt, dieselben dadurch so belastend, daß sich Wipfel und Aeste beugen und schließlich abbrechen. Unter dieser namentlich in höheren Lagen auftretenden Erscheinung leiden wieder insbesondere die wintergrünen Nadelhölzer, obenan die brüchige Föhre, die Laubhölzer aber nur dann, wenn sie noch dürres Laub als Stützpunkt für den Rauhreif in größerer Menge tragen, so namentlich auch die Eichenlaßreiser des Mittelwaldes. Es sind insbesondere Bestandsränder, dann Nord- und Ostgehänge, wo die oft sehr schädliche Erscheinung des Duftbruches auftritt.

Eisbildung entsteht namentlich, wenn bei strenger Kälte plötzlich Thauwetter und Regen eintritt; die aufschlagenden Tropfen erstarren zu Eis und überziehen Stamm und Aeste, Nadeln und dürre Blätter mit einer mehr oder weniger starken Eiskruste. Gesellt sich bei wieder sinkender Temperatur hiezu noch Schneefall, so wird die Belastung eine so bedeutende, daß Eisbruch in oft großartigem Maßstab eintritt. — Erklärlicher Weise sind es auch hier wieder die brüchigen Holzarten: Föhren, Erlen, Akazien, die zuerst Not leiden, aber auch Fichten- und Buchenbestände wurden schon durch Eisbruch schwer geschädigt.

Durch die allbekannte, glücklicher Weise nicht allzu häufig auftretende Erscheinung des Hagels werden auch die Waldungen oft sehr bedeutend beschädigt: Pflanzen in Saatbeeten und Kulturen werden teils ganz vernichtet, teils bis zur Verkrüppelung beschädigt, älteren Bäumen die jungen Schoße, Blüten oder Früchte abgeschlagen; zahlreiche Rindenverletzungen, oft nur langsam ausheilend, sind die weitere Folge. In Weidenhegern sind die Folgen des Hagels besonders verderblich, indem die Schoße beim Verarbeiten an der beschädigten Stelle abbrechen. — Sehr empfindlich zeigt sich die Föhre gegen Hagelbeschädigung, während Fichte und Tanne durch ihre dichte Benadelung geschützter sind; auch die Lärche leidet weniger.

Schutzmittel gegen die 3 eben erwähnten Naturerscheinungen stehen uns nur in sehr beschränktem Maß zur Verfügung: gegen den Duftbruch etwa das Vermeiden des Anbaues der brüchigen Föhre in der Duftregion, das Erhalten von Waldmänteln an den gefährdeten Nord- und Osträndern; gegen Eisbruch und Hagel aber fehlen selbst solche Mittel. Daß in einer entsprechenden Bewaldung insbesondere der Höhenzüge ein wichtiges Schutzmittel gegen Hagelbildung gesucht wird, möge hier nur nebenbei noch bemerkt sein[40]).

D. Blitzschlag.

§ 96. Der Blitz schlägt bekanntlich verhältnismäßig häufig in Bäume ein, und zwar vorwiegend in solche, welche entweder allein stehen oder ihre Umgebung mehr oder weniger überagen.

Die Folgen dieses Einschlagens sind nun sowohl nach der äußern Erscheinung, wie nach dem Einfluß auf das Leben des Baumes sehr verschieden. In manchen Fällen wird lediglich ein schmaler Rindenstreifen abgelöst, wir sehen den Baum ohne sichtbare Störung fortwachsen, die entstandene „Blitzrinne" überwallend, so namentlich bei Eichen, die nicht selten die Spuren alter Blitzverletzungen zeigen, während in andern Fällen selbst bei solch' geringeren Beschädigungen die betroffenen Bäume mehr oder weniger rasch absterben, so namentlich die Nadelhölzer. Bisweilen kommt breitstreifige, ja gänzliche Entrindung der getroffenen Stämme vor, und nicht selten werden dieselben vollständig zerschmettert, ge-

40) Vergl. Riniker, Die Hagelschläge im Kanton Argau 1881.

spalten oder in eine Menge weit umher liegender Splitter aufgelöst. Merkwürdig erscheint ferner das Ueberspringen des Blitzes von einem Stamm auf einen zweiten und ebenso das allmähliche Absterben einer oft größern Zahl von Stämmen in der Umgebung eines vom Blitz getöteten Stammes, wie solches namentlich in Föhrenwaldungen beobachtet wurde.

Dürre oder im Innern trockenfaule Stämme werden wohl auch durch den Blitz in Brand gesteckt, und kann sonach der Blitz, wenn auch selten, Ursache eines Waldbrandes werden.

Was endlich die Holzarten anbelangt, die vom Blitzschaden heimgesucht werden, so ist wohl keine gänzlich verschont, doch sehen wir allerdings die einen mehr, die andern weniger betroffen. Am häufigsten wird wohl die Eiche, weil einzeln stehend oder als Ueberhälter ihre Umgebung weit überragend, vom Blitz getroffen, ebenso die Pyramidenpappel; von den Nadelhölzern sehen wir Föhre und Fichte häufig betroffen — dagegen scheint die Rotbuche sehr selten heimgesucht, so daß sie in manchen Gegenden geradezu als blitzsicher gilt[41]).

3. Gefährdungen durch Winde und Stürme.

§ 97. Luftbewegung von mäßiger Stärke und Schnelligkeit nennen wir **Wind**; erreicht die Schnelligkeit 22 Meter in der Sekunde, so bezeichnen wir diese Bewegung der Luft als **Sturm**, eine solche von 35 Meter und mehr als **Orkan**. Nicht nur die beiden letztern, auch der erstere wird unter Umständen den Waldungen nachteilig, doch treten diese Nachteile hier erst nach längerer Einwirkung, bei den Stürmen aber sofort zu Tage.

Durch die anhaltend oder doch oft aus derselben Richtung kommenden **Winde** finden wir an Wald- und Bestandsrändern, auf Bergköpfen und freiliegenden Rücken das Laub weggeweht, wodurch also die wohlthätige Humusbildung verhindert, der Boden bloßgelegt, dem Vermagern und Austrocknen preisgegeben wird. Wir sehen hier jüngere Pflanzen kümmern, ältere Bäume im Wuchs nachlassen, dürrwipfelig werden, sehen den Bestand verlichten, den Boden sich mit Heidelbeerkraut und Heide überziehen. In Eichen- und Buchenbeständen tritt dies in oft sehr prägnanter Weise zu Tage, weniger in Nadelholzwaldungen, deren Decke dem Verwehen weniger ausgesetzt ist; doch macht sich auch in ihnen die austrocknende Wirkung des Windes bemerkbar. Letztere zeigt sich besonders deutlich bei den trocknen Ostwinden und wird im Frühjahr, zur Kulturzeit und unmittelbar nach derselben, zur besondern Gefahr für Saaten und Pflanzungen. — In hohen Freilagen, namentlich aber auch in der Nähe des Meeres macht sich der Einfluß der anhaltend aus einer Richtung wehenden Winde (in Deutschland der West- und Nordwestwinde) auch **direkt** auf die Vegetation geltend — in kümmerndem, krüppeligem Wuchs, schiefer Stellung, einseitiger Beastung der Stämme, zerrissenen unregelmäßigen Kronen.

Gegen diese letztere Wirkung steht uns teils kein Schutzmittel zu Gebot, teils aber jenes einer sorgfältigen Erhaltung und möglichst plänterweise Behandlung des schlechten Bestandsrandes an der Windseite, der dann wenigstens die dahinter liegenden Bestände schützt. Das Verwehen des Laubes suchen wir durch Bestandsmäntel (Waldmäntel), am besten aus einigen Reihen dichtbenadelter Fichten, auch aus dichten Laubholzhecken und Stockausschlägen bestehend zu schützen, unterpflanzen den ganzen Saum mit Schatthölzern, soweit dies die Bodenverhältnisse gestatten; auch grobschollиges Umhacken des verhärteten Bodens hat man angewendet, um das Laub in den Vertiefungen festzuhalten, dem Wasser das Eindringen in den Boden zu ermöglichen.

Kultiviert man während trockner Ostwinde, so ist auf das Feuchthalten der Pflanzenwürzeln beim Ausheben, Transport und Einsetzen der Pflanzen jedmögliche Sorgfalt zu

41) Vergl. die Mitteilungen von Feye, Z. f. F. u. J. 1886. S. 287.

verwenden und hat das Einpflanzen der Anfertigung der Pflanzlöcher möglichst rasch zu folgen, damit die letztern und die Pflanzerde nicht zu stark austrocknen.

§ 98. Größer und mehr ins Auge fallend sind jene Beschädigungen, welche durch Stürme und Orkane den Waldungen zugehen. Einzelne Bäume, ja ganze Bestände werden entweder mit den Wurzeln aus dem Boden gehoben und niedergeworfen — Windwürfe oder Windfälle —, oder sie werden in größerer oder geringerer Höhe über dem Boden abgebrochen — Windbrüche; bald reißt hiebei der Wind nur einzelne Stämme nieder, bald bricht er, meist bei einem starken Stamm beginnend, Gassen und Streifen durch den Bestand, bald nur einzelne Löcher in denselben, und heftige Orkane brechen und werfen ganze Bestände und Bergwände ausnahmslos nieder.

Eine lange Reihe von Nachteilen ist es, die dem Wald und dem Waldbesitzer durch größere Sturmbeschädigungen zugehen: Durch das Zerbrechen und Zersplittern der Stämme geht eine Menge Nutzholz verloren, die massenhaften Splitter und Brüche sind selbst als Brennholz nicht verwertbar; die Arbeitslöhne steigen, die Holzpreise sinken, geringe Sortimente, wie Ast-, Prügel- und Stockholz werden bisweilen ganz unverwertbar. Die im Stadium des Besamungs- und Nachhiebes stehenden Schläge werden durch die geworfenen Mutterbäume, die Junghölzer durch die dies Schicksal teilenden Ueberhälter beschädigt; Bestände, die noch im besten Zuwachs stunden, müssen wegen Durchlöcherung abgetrieben werden, andere, die erhalten bleiben, zeigen geringern Zuwachs, Verwilderung des Bodens, seinerzeit geringere Abtriebserträge und erschwerte natürliche Verjüngung. Endlich folgen wie beim Schneebruch nicht selten schädliche Forstinsekten, denen in dem liegenden und hängenden kränkelnden Holz reiche Brutstätten geboten sind.

§ 99. Mancherlei Umstände und Einflüsse bedingen die Größe der Sturmgefahr und Sturmbeschädigungen.

Stürme treten vorzugsweise im Spätherbst und Frühjahr ein (Aequinoktialstürme); demgemäß sind es erklärlicher Weise die zu dieser Zeit belaubten wintergrünen Nadelhölzer, die dem Wind eine größere Angriffsfläche bietend vor allem gefährdet sind. Obenan steht hier die Fichte mit ihrer dichten Benadelung, ihrem langen Schaft und ihrer flachen Bewurzelung, durch letztere namentlich vom Windwurf heimgesucht; etwas sturmfester ist bereits die tiefer wurzelnde Tanne, dann die lichtkronige und ebenfalls tiefwurzelnde Föhre, die allerdings in dem leichten Sandboden, ihrem Hauptstandort, nur geringeren Halt findet, auf flachgründigerem solchem Boden sogar sehr gefährdet ist. Die Lärche und die Laubhölzer leiden nur wenig, von letzteren infolge ihrer flachern Bewurzelung etwa Aspe, Birke, Hainbuche, die Rotbuche dagegen nur bei heftigen Stürmen und in exponierten Lagen; am sturmfestesten erscheint die Eiche.

Mit dem Alter der Bestände und sonach auch mit der Umtriebszeit steigt die Sturmgefahr, die der Niederwald gar nicht, der Mittelwald nur in geringem Maß kennt; ob der Plänterwald wirklich so sturmsicher, wie ihm nachgerühmt wird, ist noch festzustellen, wenn auch unzweifelhaft im freien Stand erwachsene Stämme sich sturmfester erweisen. Zum Zweck der natürlichen Verjüngung gelichtete Bestände sind stets gefährdeter, als noch geschlossene — ein Grund für Viele, von der natürlichen Verjüngung der Fichte abzusehen.

Auch der Standort spielt eine nicht geringe Rolle bei der Gefahr durch Stürme: Süd- und Südwest-, West- und Nordwestgehänge, Bergköpfe und Rücken sind denselben in höherem Grad exponiert, als mehr oder weniger gegen Nord und Ost geneigte Oertlichkeiten; vorliegende Berge schwächen die Gefahr ab; guter Boden mit sehr langschaftigem Holzwuchs, dann flachgründiger, lockerer, mooriger und feuchter Boden erhöht die Sturmgefahr, tiefgründiger, steiniger, bindender Boden verringert dieselbe, und zwar gilt dies vor allem bez. der Windwürfe, die unter den ersteren Verhältnissen häufiger eintreten,

während in letzterem Falle der Windbruch zu fürchten ist. Sind, wie häufig, die Westwinde von Regen begleitet, so erhöht das Durchweichen des Bodens gleichfalls die Gefahr des Windwurfes; bei stark gefrorenem Boden werden wir den Bruch der Stämme überwiegen sehen, ebenso bei kernfaulen Stämmen, bei Stämmen mit schadhaften Stellen infolge früherer Verletzungen durch Harzgewinnung oder Schälen des Wildes.

§ 100. Auf Grund der Beobachtungen über das Verhalten der einzelnen Holzarten und Standörtlichkeiten gegenüber den Stürmen, wie der allgemeinen und lokalen Erfahrungen über die herrschende Windrichtung suchen wir nun den Beschädigungen durch Stürme möglichst vorzubeugen — gegen heftige Stürme oder gar Orkane versagen allerdings diese Vorbeugungs-Maßregeln!

Von ganz hervorragender Bedeutung unter diesen letzteren ist insbesondere für Nadelholzwaldungen die Hiebsführung. Gestützt auf die Wahrnehmung, daß plötzliche Freistellung bisher geschützt gestandener Stämme besonders gefährlich ist, daß in stetem Kampf mit dem Wind aufgewachsene Stämme und Bestandsränder besonders widerstandsfähig sind, greifen wir die Bestände stets auf der den herrschenden Stürmen entgegengesetzten Seite an — sonach in Deutschland, woselbst die heftigsten Stürme aus West, Süd- und Nordwest zu kommen pflegen, an der Ost-, Nord- oder Südostseite, unbeschadet natürlich lokaler Abweichungen von der herrschenden Sturmrichtung, — und führen die Hiebe den Stürmen so entgegen, daß stets der geschlossene Bestand nach der Sturmseite vorliegt, dessen sturmfester Westrand bis zuletzt erhalten bleibt. Die Erhaltung eines solchen sturmfesten, stark bewurzelten und tief herab beasteten Waldmantels ist von großer Bedeutung.

Ebenso ist die plötzliche Freistellung jüngerer, aber doch schon sturmgefährdeter Bestände durch Abnutzung älterer, auf der Sturmseite vorliegender Bestände zu vermeiden, und es müssen einer zweckmäßigen Hiebsführung durch den spätern Abtrieb älterer und die frühere Nutzung jüngerer Bestände nicht selten wesentliche Opfer an Zuwachs und Nutzwert gebracht werden. Durch sog. Loshiebe, d. h. durch frühzeitigen Abtrieb eines 10 bis 15 m breiten Streifens des älteren Bestandes auf der Grenze der beiden Bestände, thunlichst rechtwinklig zur Sturmrichtung, sucht man da und dort dem jungen Bestand die Möglichkeit selbständiger Bemantelung durch entsprechende seitliche Wurzelbildung und Beastung zu geben und hiedurch die seinerzeitige Wegnahme des alten Bestandes ohne Gefährdung des jüngeren zu ermöglichen [42]).

Man wird ferner in gefährdeten Lagen auf die natürliche Verjüngung der Fichte, auf das Ueberhalten von Föhren in den zweiten Umtrieb verzichten, wird den gefährdeten Holzarten sturmfestere beizumischen suchen — so den Nadelhölzern in passenden Oertlichkeiten die Buche, der Fichte die Tanne und Föhre; wird schon bei der Aufforstung holzleerer Flächen auf Anzucht eines Waldmantels von sturmfesteren Holzarten Bedacht nehmen.

Ist aber eine größere Windbruchkalamität über einen Waldkomplex hereingebrochen, dann gelten bez. der Aufarbeitung und Konservierung des Holzes, der Vorsichtsmaßregeln gegen schädliche Insekten die gleichen Grundsätze, wie sie oben bez. des Schneebruchholzes aufgestellt wurden. Der Umstand, daß man es vorwiegend mit stärkerem Holz zu thun hat, erleichtert Aufarbeitung und Verwertung.

4. Krankheiten der Holzgewächse.

Litteratur: R. Hartig, Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882. — Derselbe, Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. 1878. — Derselbe, Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut in München. 1880.

§ 101. Ueber kein Gebiet unserer Disziplin war man wohl länger im Unklaren,

42) Ueber die im Prinzip richtigen, gleichwohl außerhalb Thüringen und Sachsen wenig verbreiteten Loshiebe hat Heß in der allg. Forst- u. Jagdzeitung 1862. S. 369 eingehend berichtet.

als über jenes der sog. Pflanzenkrankheiten, über deren Ursachen und Folgen, und in nicht wenig Fällen — so bei den Pilzen — hielt man das für die Folge, was eigentlich die Ursache war. Kein Gebiet bot aber wohl auch der Forschung größere Schwierigkeiten, und insbesondere war dasselbe für den eigentlichen Forstmann schwer zu betreten und mit Erfolg zu bebauen: der Botaniker, der mit allen Hilfsmitteln der Wissenschaft ausgerüstete Forscher mußte ihm zu Hilfe kommen, sollte ein entsprechendes Resultat erzielt werden.

Neben andern Forschern war es vor allem Robert Hartig, der sich dem Studium der Pflanzenkrankheiten mit großem Erfolg gewidmet, der Licht in dies bisher dunkle Gebiet gebracht und zahlreiche Räthsel gelöst hat, dabei auch gleichzeitig Fingerzeige gebend, wie so mancher unsern Holzgewächsen drohenden Gefahr vorzubeugen sei. Diesem verdienten Forscher folgen wir denn auch in der nachstehenden kurzen Skizze über die Pflanzenkrankheiten vorzugsweise und verweisen im übrigen auf dessen oben angegebene Werke behufs näherer Belehrung[43]).

Pflanzenkrankheiten nennt man jene Störungen im Organismus, durch welche die ganze Pflanze oder doch ein Teil derselben zu vorzeitigem Absterben veranlaßt wird. Die Ursachen dieser Störungen aber können verschiedene sein, nämlich

1. Aeußere Verwundungen und Verletzungen,
2. Einflüsse des Bodens,
3. Atmosphärische Einflüsse und
4. Phanerogame oder kryptogame Pflanzen.

Nicht jederzeit aber sind die Pflanzen gegen diese äußern Einflüsse gleich empfänglich, sondern gewisse Zeiten und Verhältnisse, vorübergehende, im übrigen ganz normale Zustände lassen sie gegenüber solchen Einflüssen besonders empfindlich erscheinen, prädisponieren sie zu Erkrankungen. So sehen wir manche Gewächse nur im jugendlichen Alter für gewisse Krankheiten besonders empfänglich, für andere dagegen erst in höherem Alter, sehen im Schutz und Schatten erwachsene Pflanzen gegen die Einwirkung von Frost und Hitze empfindlicher als solche, die im Freien erwuchsen, sehen in Glattrindigkeit und plötzlicher Freistellung eine Veranlassung zur Erscheinung des Rindenbrandes, beobachten, daß Pilzkrankheiten bei Regenwetter in höherem Grad überhandnehmen u. dgl. mehr. Das Zusammentreffen besonderer Empfänglichkeit, begünstigender Umstände mit Krankheitsursachen wird die Erkrankung dann häufiger und intensiver auftreten, entgegengesetzten Falles vielleicht spurlos vorübergehen lassen.

1. Krankheiten infolge von Verwundungen.

§ 102. Auf die mannigfachste Weise gehen den Pflanzen und Bäumen während ihrer oft so langen Lebensdauer geringere oder größere Verletzungen zu: bei dem Fällen und Ausbringen des Holzes erleiden Stämme und Wurzeln Quetschungen und Rindeabschürfungen, Aeste werden abgerissen, brechen dürr werdend ab oder werden durch Aufastung mittelst Axt und Säge entfernt; durch Harznutzung, Schälen oder Fegen des Wildes, Benagen der Rinde durch Kaninchen, Mäuse, Eichhörnchen, endlich durch Insekten verschiedener Art werden ebenfalls nicht wenige Verletzungen verursacht, die teils Veranlassung zur Infektion durch Pilze, aber auch zu direkter Erkrankung der Holzfaser, zur Wundfäule geben können.

Auf mancherlei Weise schützt sich der Stamm gegen die äußern Einflüsse bei solchen Verletzungen: bei den Nadelhölzern insbesondere durch alsbaldigen Harzaustritt und Ueberziehen der Wunde mit Harz, dann aber bei Laub- und Nadelholz durch die bekannte Er-

43) Es möge jedoch hier nicht unerwähnt bleiben, daß einzelne Stimmen den Hartig'schen Forschungen geringere Bedeutung beimessen, — vergl. Nördlinger, Forstschutz (Einleitung) und Borggreve in F.Bl. 1886. S. 121 und 1887. S. 18.

scheinung der Ueberwallung, die aber bei größeren Wundflächen nicht rasch genug eintritt, um das Entstehen der Wundfäule zu hindern. Unter Zutritt von Regenwasser beginnen sich die bloßgelegten und abgestorbenen Zellen zu bräunen und zu zersetzen; das Holz färbt sich durch die dunkle Humuslösung schwarzbraun und erst in höheren Zersetzungsstadien wieder heller. Schließt sich die Wunde durch Ueberwallung, den weitern Zutritt des Regenwassers hemmend, so wird das Weiterdringen der Fäulnis sehr verlangsamt oder hört selbst ganz auf.

Um der Wundfäule, die das Holz zu technischer Verwendung unbrauchbar macht, vorzubeugen, wird man Verletzungen der Stämme möglichst zu verhindern suchen: durch Vorsicht beim Fällen und Rücken des Holzes, bei Ausastungen, die immer möglichst nahe am Stamm, ohne weitere Rindenverletzungen, bei Laubhölzern außer der Saftzeit geschehen und bez. starker Aeste thunlichst unterlassen werden sollten. Man wird ferner die Wunden der Laubhölzer nach dem Entasten durch Bestreichen mit Theer gegen die Feuchtigkeit zu schützen suchen, bei einzelnen wertvolleren Stämmen (im Park) die Ueberwallung durch Entfernung toter und gequetschter Rindenteile befördern.

2. Erkrankungen durch Einflüsse des Bodens.

§ 103. Die chemische Konstitution des Bodens ist für Erkrankungen der Bäume und Bestände ohne Bedeutung, dagegen können ungünstige physikalische Eigenschaften desselben, namentlich Mangel oder Ueberfluß an Feuchtigkeit, an Luftwechsel im Boden, solche hervorrufen. Als solche Erkrankungen erscheinen nun:

Gipfeldürre oder Zopftrocknis; in höherem Alter der Bäume als Beginn des Absterbens derselben auftretend, sehen wir sie auch in jüngern noch zuwachsfähigen Beständen als Folge von mangelnder Feuchtigkeit und damit zusammenhängend von Nahrungsmangel: so werden Erlenbestände infolge von Entwässerung, Tieferlegung eines nahen Wasserspiegels wipfeldürr, ebenso Buchenbestände durch wiederholte Streunutzung insbesondere auf an sich trocknerem und ärmerem Boden, an Süd- und Westgehängen, Eichen bei Lichtstellung der Bestände und Vermagerung des Bodens, bei plötzlicher Freistellung und dadurch hervorgerufener Wasserreis-Bildung.

Die Gegenmittel, auf dem Gebiet des Waldbaues liegend, ergeben sich aus den Ursachen von selbst: Vorsicht bei jeglicher und Vermeidung zu starker Entwässerung, möglichste Beschränkung der Streunutzung zumal bei empfindlichen Holzarten und Oertlichkeiten, Deckung des Bodens in Eichenbeständen durch Unterbau, Unterlassen des Einzelüberhaltes.

Wie aber hier vielfach der Wassermangel, so ist auch umgekehrt ein Ueberschuß an Feuchtigkeit — wie schon früher hervorgehoben — der Vegetation nachteilig, und wir sehen, wohl als Folge des durch Feuchtigkeit in Verbindung mit an sich schwerem, dichten Boden gehemmten Luftwechsels im Boden nicht selten in jüngern Föhrenbeständen die Wurzelfäule auftreten und derselben zahlreiche Stämme erliegen. Infolge des mangelnden Sauerstoffzutritts fault die Pfahlwurzel, die zwar in den bindenden Boden eindringen konnte, welcher aber bei eintretendem Schluß und dichter Humusdecke der nötige Luftwechsel entzogen wurde, während die flach laufenden Seitenwurzeln gesund bleiben, und nach kurzem Kümmern bricht der Stamm bei irgend welchem äußern Anlaß — Wind, Schneebelastung — am Boden um.

Man wird dem Uebel, durch welches die Bestände in bedenklichem Grad verlichten können, etwa dadurch vorzubeugen trachten, daß man durch baldige Durchforstung, Entfernung der luftabschließenden Humusdecke die Bodendurchlüftung fördert, wird eventuell bei der Wiederaufforstung zu andern, durch die Wurzelfäule minder gefährdeten Holzarten — Fichte, Laubhölzer — greifen oder sie wenigstens beimischen.

3. Erkrankungen durch atmosphärische Einflüsse.

§ 104. Beschädigungen durch Frost und Hitze, insofern hiedurch Pflanzen oder Pflanzenteile direkt getötet werden, können nicht wohl als Pflanzenkrankheiten betrachtet werden, wurden deshalb auch in speziellen Abschnitten behandelt. Wohl aber könnte man hierher jene durch die eben genannten atmosphärischen Einflüsse hervorgerufenen Beschädigungen rechnen, welche wir als Frostrisse und Rindenbrand bereits kennen gelernt und um des bessern Zusammenhanges willen in jenen Abschnitten mit besprochen haben, da durch beide für die betroffenen Bäume der Grund zur Fäulnis gelegt wird (Rindenbrand) oder doch gelegt werden kann (Frostriß). Auch krebsartige Krankheiten können nach Hartig durch Frost hervorgerufen werden und würden als Frostkrebs hier zu erwähnen sein.

Auch die Waldbeschädigungen durch Steinkohlen- oder Hüttenrauch [44]) wären hier zu erwähnen. Den nachteiligen Einfluß dieses Rauches auf die Vegetation, deren Kränkeln und das Absterben vieler Gewächse und Bäume bewirkend, hat man schon seit längerer Zeit wahrgenommen, und es tritt derselbe insbesondere dorten hervor, wo einerseits enge Thäler den raschen Abzug des Rauches hindern und demselben eine bestimmte, stetige Richtung geben, oder wo anderseits bei Hüttenwerken jenes Gas, auf dessen Wirkungen nach neueren Untersuchungen jene Beschädigungen vor allem zurückzuführen sind, die schweflige Säure, dem Rauch in besonderer Menge beigemengt wird, so z. B. bei dem Rösten der Erze.

Die schweflige Säure wird von der Oberfläche der Blätter und Nadeln aufgenommen bräunt diese letztern nach und nach und bringt sie zum Absterben, mit ihnen schließlich auch die betroffenen Bäume und Bestände, und im Harz sehen wir in der Nähe der Hüttenwerke bereits ganze Berggehänge entwaldet. Hiebei zeigen sich die Nadeln aus dem naheliegenden Grunde empfindlicher als die Blätter, weil sie den schädlichen Einflüssen ununterbrochen ausgesetzt sind, während die Blätter sich alljährlich erneuern. — Von den Nadelhölzern ist die Fichte empfindlicher als die Föhre, von den Laubhölzern sind Rotbuche, dann Eiche und Ahorn als empfindlich, Ulme, Esche, Vogelbeere als weniger empfindlich zu bezeichnen.

Die betr. Hüttenwerke suchen durch Umwandlung der im Rauch enthaltenen schwefligen Säure in Schwefelsäurehydrat den schädlichen Stoff aus der Luft zu entfernen, die Forstverwaltungen aber durch Anzucht minder empfindlicher Laubhölzer und Erhaltung von Waldmänteln den Schaden zu mindern.

§ 105. Eine weitere Krankheitserscheinung möge hier besprochen sein und den Uebergang zu den durch Pilze erregten Schäden bilden: es ist dies die unter dem Namen der Schütte allbekannte Kinderkrankheit der Föhre, die von den Einen der Wirkung von Frühfrösten, von Andern einem Vertrocknungsprozeß und endlich von Dritten Pilzen zugeschrieben wird, nach den neuerdings geltend gewordenen Anschauungen aber sowohl der einen wie der andern dieser Ursachen ihr Auftreten verdanken kann [45]).

Professor Ebermayer erklärte die Schütte zunächst als eine Vertrocknung der Nadeln, die im Winter und zeitigen Frühjahr dann eintrete, wenn einerseits die Nadeln durch Sonneneinwirkung zu lebhafter Verdunstung gereizt würden, während anderseits die Pflanze nicht imstande sei, aus dem noch gefrornen Boden das zum Ersatz nötige Wasser aufzunehmen; die Nadeln bräunen sich gleichmäßig, ohne daß sich eine Spur von Pilzen findet, die Pflanzen sterben teilweise ab. Viele Beobachtungen lassen wenigstens für eine Anzahl von Fällen diese Ansicht als richtig erscheinen, und Decken der Beete mit

44) Vergl. Schröder und Reuß, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. 1883.

45) Ueber die Schütte ist eine höchst umfangreiche Litteratur in Zeitschriften und eigenen Broschüren erwachsen.

Reisig, Anlegen der Saatbeete im Seitenschutz der Bestände, Ausheben der einjährigen Pflanzen im Herbst und Einschlagen der Pflanzen in geschützter Oertlichkeit (Einkellern) erscheinen für die Föhrenpflanzen im Saatbeet als Schutzmittel gegen dies Vertrocknen.

Aehnliche Mittel würden dann anzuwenden sein, wenn wirklich in Frühfrösten — die sehr zeitig im Herbst eintretend namentlich die noch unverholzten einjährigen Pflanzen in den Saatbeeten gefährden sollen — die Ursache der Schütte zu suchen ist.

Nach Untersuchungen und Beobachtungen, die namentlich von Prantl und Tursky angestellt wurden, kann aber die Schütte auch durch einen Pilz veranlaßt werden, den Kiefernritzenschorf, Hysterium pinastri, und es sind direkte Infektionsversuche mit diesem Pilz, der sich auch auf den abgestorbenen Föhrennadeln in Menge findet, vollkommen geglückt. Die Nadeln zeigen in diesem Fall schon im Herbst ein leicht fleckiges Ansehen, von dem im Innern wuchernden Mycelium herrührend, und sterben dann im Frühjahr, sich in wenig Tagen braun färbend, rasch ab, in schwarzen Polstern die Sporenlager des Pilzes zeigend. Durch Ausfallen und Wind gelangen die Sporen im Mai und Juni auf die jungen Nadeln, in der Voraussetzung günstiger Witterung diese infizierend; die Vorbeugungsmaßregeln müßten daher hier auf Abhalten der Pilzsporen durch Anlage der Saatbeete entfernt von Föhrenbeständen, Vermeiden der Wiederbenutzung infiziert gewesener Saatbeete gerichtet sein.

Stets sind es nur schwächere 1—5jährige Pflanzen, welche vollständig von der Schütte befallen werden, während an älteren Pflanzen nur die untern Aeste die Erkrankung zeigen. Schwächere Pflanzen, so namentlich jene in dichten Saatkulturen und Saatbeeten sterben ab, kräftigere erholen sich wohl wieder, doch werden die Saatbeetpflanzen wohl stets als verloren bezw. unbrauchbar zu betrachten sein; zweijährige Föhren im Saatbeet schütten fast unausbleiblich. Für den Wirtschafter aber entstehen durch die bisweilen innerhalb weniger Tage eintretende Erkrankung seiner Föhrensaatbeete oft große Verlegenheiten.

4. Erkrankungen durch Pilze [46]).

§ 106. Wie insbesondere durch Robert Hartig nachgewiesen wurde, werden eine nicht geringe Anzahl von Mißbildungen und Erkrankungen unserer Waldbäume durch auf und in denselben wuchernde parasitische Pilze hervorgerufen. Teils auf dem Weg direkter Ansteckung, indem das sog. Mycelium des Pilzes unterirdisch (weil dasselbe oberirdisch dem raschen Vertrocknen ausgesetzt sein würde) von der Wurzel einer erkrankten Pflanze ausgehend in jene der Nachbarpflanze eindringt, teils durch die Sporen, die in großer Masse erzeugten sehr kleinen und daher durch Wind, durch Tiere und Menschen leicht zu verschleppenden Fortpflanzungsorgane, gelangen die Pilze auf und in die Gewächse, wobei ihnen nicht selten Verwundungen irgend welcher Art den Zugang öffnen. In verschiedenster Weise beeinträchtigen sie dann die Wirtspflanze, bald nur unwesentliche Mißbildungen hervorrufend, bald das Holz zersetzend, bald den Baum, die Pflanze mehr oder weniger rasch tötend.

Es ist jedenfalls Aufgabe des Forstmannes, sich auch mit diesen Feinden des Waldes bekannt zu machen, um so mehr, als gar manchen derselben durch vorbeugende Maßregeln entgegengearbeitet, die weitere Verbreitung oder Wiederholung des Schadens vermieden werden kann. Als solche Maßregeln im allgemeinen bezeichnet Hartig die Erziehung gemischter Bestände, wodurch jeder Baum gleichsam durch Nachbarbäume anderer Art isoliert, gegen direkte Ansteckung geschützt werde; Wechsel der Holzart auf Böden, die durch Wurzelparasiten infiziert sind; Ausreißen erkrankter Pflanzen thunlichst mit den Wurzeln, Ent-

46) Bezüglich der Besprechung der Pilze an dieser Stelle, statt bei dem Schaden durch Pflanzen, sei auf das in § 80 Gesagte verwiesen.

fernung pilzkranker Stämme (Schwammbäume 2c.); Isolierung erkrankter Bestandspartien (bei Wurzelparasiten) durch Stichgräben.

Dem knappen uns hier gestatteten Raum entsprechend führen wir nur jene durch Pilze hervorgerufene Krankheiten an, welche einerseits durch häufiges Auftreten ins Auge fallen oder bez. deren uns Maßregeln des Schutzes zur Seite stehen.

a. Pilze auf Blättern und Nadeln.

§ 107. Der Buchenkeimlingspilz, Phytophtora omnivora (früher fagi, weil zuerst an der Buche beobachtet), tritt vorwiegend auf den Keimpflanzen der Rotbuche auf, ebenso aber auch auf jenen des Ahorns und sämtlicher Nadelhölzer, und äußert sich durch Schwarz- oder Schwarzfleckigwerden der Stengel, Samenlappen und ersten Blätter. Die befallenen Pflanzen gehen rasch zu Grunde, die jungen Nadelholzkeimlinge sterben oft in großer Menge während des Aufgehens oder unmittelbar nach demselben ab. Feuchtwarmes Wetter befördert die Verbreitung sehr; die sich rasch entwickelnden Schwärmsporen gelangen teils direkt, teils durch Verschleppung (im Pelz der Mäuse, Kleidern der Menschen) auf die Nachbar- wie auf entferntere Pflanzen, auch diese infizierend und tötend.

Vorsichtiges Ausziehen erkrankter Pflanzen im Saatbeet oder Uebererden derselben beim Zusammenstehen vieler; Vermeiden der Wiederbenutzung eines infizierten Saatkampes zur Saat, da die Sporen mehrere Jahre keimfähig bleiben, werden als Schutz- und Vorbeugungsmittel zu betrachten sein.

Häufig treten auf den Nadeln unserer Nadelhölzer, wie auf den Blättern von Laubhölzern Erscheinungen auf, die man nach ihrer Färbung als Rosterscheinungen bezeichnet hat. Als einer der verbreitetsten sei hier der Fichtennadelrost (Chrysomyxa abietis) genannt, der auf den jungen Nadeln der Fichte auftretend dieselben im infizierten Teil gelb färbt und sie zum Vertrocknen und Abfallen bringt. Die Erscheinung tritt in manchen Jahren in sehr bedeutendem Grad auf, in anderen nur sehr schwach — die Witterungsverhältnisse zur Zeit des Ausfallens der Sporidien spielen hiebei offenbar eine sehr wesentliche Rolle; eine Gefahr, die zu Gegenmitteln aufforderte, bringt sie jedoch nicht mit sich. Aehnliche Erscheinungen treten auf den Nadeln der Tanne und Lärche auf.

Auch der Kiefernritzenschorf (Hysterium pinastri) gehört hierher; auf den natürlich absterbenden Kiefernnadeln allenthalben als Saprophyt auftreteud, finden wir ihn auch parasitisch auf den grünen Nadeln junger Pflanzen, die bekannte und schon oben besprochene Krankheit der Schütte erzeugend. (Vergl. § 105.)

b. Pilze an den Wurzeln.

§ 108. Der Honigpilz oder Hallimasch (Agaricus melleus) ist ein sehr verbreiteter Pilz, der teils saprophytisch an den abgestorbenen Stöcken und Stämmen von Laub- und Nadelholz lebt, teils als ächter Parasit insbesondere jüngere Nadelholzpflanzen befällt und tötet, und als Kulturverderber schon sehr schädlich aufgetreten ist. Die unterirdisch fortwachsenden schwarzen Mycelstränge des Pilzes bohren sich in die Rinde der Wurzeln, auf die sie stoßen, ein und verbreiten sich dann unter der Rinde emporwachsend als ein weißes hautartiges Gewebe, das Rindengewebe tötend. Im Herbst entwickeln sich sowohl an infizierten Pflanzen und Stämmen, wie an im Boden wachsenden Mycelsträngen (Rhizomorphen) die großen braungelben Schwämme, die Fruchtträger, deren Sporen durch Wind und Tiere weiter verbreitet werden. Charakteristisch ist der starke Harzfluß, den die befallenen Pflanzen unmittelbar an und über der Erde zeigen.

In Nadelholzkulturen macht sich der Pilz durch das platzweise Erkranken und Absterben von Pflanzen oft sehr lästig und veranlaßt wiederholte Nachbesserungen. Man wird die erkrankten Partien zur Vermeidung weiterer unterirdischer Ansteckung durch Stichgräben

isolieren, die kranken Pflanzen ausreißen und verbrennen, die Lücken wo möglich mit Laubholz statt mit aufs Neue bedrohten Nadelholzpflanzen ausfüllen.

Der Wurzelschwamm (Trametes radiciperda) lebt ebenfalls saprophytisch wie als Parasit und ist als solcher ein gefährlicher Feind der Fichten- und Föhrenbestände, in welchen er als Ursache der Rotfäule und des Absterbens zahlreicher Individuen auftritt, die Bestände licht und lückig machend. Die Ansteckung erfolgt in doppelter Weise, durch Sporen wie durch den Kontakt der Wurzeln eines erkrankten mit jenen eines gesunden Stammes, wobei dann von der infizierten Wurzel aus die Fäulnis bei der Fichte oft rasch im Stamm aufwärts dringt, während bei der Föhre durch den starken Harzgehalt und das Ergießen des Harzes aus den zersetzten in die unzersetzten Schichten der Wurzelstock verkient, wodurch dem Aufsteigen der Fäulnis im Baum ein Hindernis entgegengesetzt wird, der Stamm aber rasch abstirbt. — Das Mycel des Pilzes dringt teils ins Holz, dieses zersetzend, teils ins Bastgewebe, dasselbe tötend; die Fruchtträger des Pilzes erscheinen am Wurzelstock und den Seitenwurzeln, weiß, auf der sterilen Seite braun, auch ringförmig in mannigfacher Weise gefärbt und von verschiedener Gestalt, und vegetieren 4—5 Jahre fort.

Da die Infektion vorwiegend durch Wurzelkontakt zu geschehen scheint, so werden Stichgräben um infizierte Bestandesstellen und Durchhauen aller Wurzeln in denselben der Weiterverbreitung entgegen wirken. Kann man dort, wo die Erkrankung im älteren Bestand sehr verbreitet war, mit Laubholz statt mit Nadelholz aufforsten, so wäre dies zu empfehlen.

In Eichensaatbeeten wurde der Eichenwurzeltöter (Rosellinia quercina) vielfach beobachtet, ein Pilz, der mit seinen Strängen die Wurzeln 1—3jähriger Eichen umspinnt und in die jüngsten Wurzelteile eindringend dieselben in kurzer Frist tötet. Die Pflanzen verbleichen und vertrocknen, und insbesondere in feuchten Sommern nimmt die Krankheit oft größere Dimensionen an. — Auch hier werden, da die Ansteckung nur unterirdisch durch Kontakt erfolgt, isolierende Stichgräben um befallene Pflanzengruppen der Weiterverbreitung des Uebels entgegenwirken.

c. Pilze am Stamm.

§ 109. Allbekannt sind die Löcherpilze oder Baumschwämme der Gattung Polyporus, die früher allgemein als ein Beweis für die Erkrankung eines Baumes und für auf und in dem abgestorbenen Holz lebende Saprophyten gehalten wurden, die aber zum Teil auch ächte Parasiten sind, deren Mycel im Innern des Stammes wuchert, das Holz zersetzend, während die verschieden gestalteten, häufig konsolenförmigen Fruchtträger außen am Stamm sitzen. — Da die Ansteckung durch die in großer Zahl erzeugten Sporen erfolgt, wenn dieselben eine passende Keimstätte in Astwunden, Schälrissen u. dgl. finden, so erscheint baldmöglichste Entfernung der Schwammbäume um so mehr geboten, als der Zersetzungsprozeß in deren Innerem raschen Fortgang zu nehmen pflegt. Es sind Laub- wie Nadelhölzer, welche diese Erkrankung zeigen, und kommen einzelne Polyporus-Arten nur auf einer Holzart, andere an den verschiedensten Laub- und Nadelhölzern vor.

Der Lärchenkrebspilz (Peziza Willkommii) erscheint außer der eigentlichen Heimat der Lärche, der Alpen, als eine sehr häufige Krankheit der jüngern Lärchen, dieselben verunstaltend, zum Kümmern und selbst Absterben bringend. Dringen die Sporen an irgend einer Wundstelle des Stammes in denselben ein, so entwickelt sich das Mycel des Pilzes, wuchert unter der Rinde, deren Gewebe tötend und selbst ins Holz eindringend; infolge der Bildung von Korkschichten wird die Rinde ausgedehnt, platzt auf und es entsteht eine sog. Krebsstelle, auf der sich auch der Ausfluß von Terpentin zeigt und die sich alljährlich vergrößert, zuletzt bisweilen den Stamm umfassend und ihn dann tötend. Auf der Krebsstelle nimmt man die Fruchtträger des Pilzes, rote Schüsselfrüchte, wahr, aus

kleinen gelbweißen Pusteln sich entwickelnd, die bei Trocknis und Luftzug sehr leicht vertrocknen und absterben. Hartig glaubt in diesem leichten Vertrocknen den Grund zu finden, weshalb die Lärchen in den lichten Beständen und luftigen Hochlagen der Alpen von dem Pilz wenig zu leiden haben, während die Krankheit in allen feuchteren und dumpfigeren Lagen und in geschlossenen Beständen nicht selten in solcher Ausdehnung auftritt, daß hiedurch die Erhaltung der Lärche direkt gefährdet erscheint. Vermeidung der eben bezeichneten Lagen und möglichst vorwüchsiger Anbau der Lärche im gemischten Bestand würden als Vorbeugungsmittel zu bezeichnen sein[47].

Der Tannenpilz (Aecidium elatinum) erzeugt zunächst, wenn seine Sporen in eine Wundstelle eines Tannenastes eindringen, durch sein Mycel die bekannte eigentümliche Erscheinung der sog. Hexenbesen, deren oft auf einer Pflanze, einem Stämmchen eine größere Anzahl erscheint, beulenartige Auftreibung und Wucherung an der befallenen Stelle hervorrufend und von dieser Stelle aus, vielleicht auch durch direkte Infektion von Wundstellen in den Stamm gelangend. Hier sehen wir dann die gleichen, den ganzen Stamm umfassenden Anschwellungen, die später aufplatzend die sog. Krebsbeulen erzeugen; der Stamm wird an der betr. Stelle schadhaft, das Holz, durch Wundfäule oder eindringende andere Parasiten weiter zersetzt, zu Nutzholz untauglich, und bei Sturm oder bei Schneebelastung sehen wir die Stämme nicht selten an der befallenen Stelle abbrechen. Bei dem häufigen Auftreten des Krebses in Weißtannenbeständen (Schwarzwald) kann der Schaden ein sehr bedeutender werden; man sucht denselben durch sofortige Entfernung jeder krebskranken Tanne, mit Hexenbesen besetzter Pflanzen zu mindern.

Der Kiefernbaumschwamm (Trametes pini), vorzugsweise in den ältern Kiefernbeständen Norddeutschlands auftretend, seltener in Süddeutschland, im übrigen auch an Fichten, Lärchen und Tannen beobachtet, erscheint als Ursache der sog. Ring- oder Kernschäle, die fast immer von den Aesten, also der Krone der Stämme, ausgeht. Seine Sporen, auf frische, durch Harzüberzug nicht geschützte Astwunden gelangend, lassen den Keimschlauch ins Innere des Stammes eindringen, und da sich das Mycel mit größerer Geschwindigkeit innerhalb desselben Jahresringes, als seitlich verbreitet und das Holz zersetzt, so entsteht hiedurch die Ringschäle. Die nach reicher Wucherung im Innern an jenen Stellen, wo tote Aststummel die Splintschicht durchsetzen, erscheinenden konsolenförmigen Fruchtträger fordern zu rascher Entfernung der infizierten Stämme auf. —

47) Borggreve tritt dieser Ansicht entgegen, hält vor Allem die Lärchenmotte (s. § 60) für die Ursache des schlechten Gedeihens so vieler Lärchen. Vergl. A. F. u. J.Z. 1871. S. 133 u. F.Bl. 1875. S. 195.

VII[a].

Wildbäche und Lawinen, deren Wesen, Entstehung und Verbauung.

Von

G. R. Förster.

---

§ 1. Wesen und Einteilung der Wildbäche. Bei dem jährlichen Wiedererwachen der Natur, wenn die im Winter zu gewaltigen Massen angewachsenen festen Niederschläge den Einwirkungen der Sonne weichen, dann innerhalb jener Zeitabschnitte des Sommers, wo über die hochragenden Gebirgszüge der Alpen Gewitterregen niedergehen, welche in ihrer Mächtigkeit oft den Charakter von Wolkenbrüchen annehmen, endlich beim Eintritte eines anhaltenden Landregens, gelegentlich dessen selbst das kleinste Wassergerinne zu einem Gießbache anschwillt, vernimmt man bald aus dieser bald aus jener Gegend her die Kunde von Terrainbrüchen und Bergstürzen, von mehr oder minder bedeutenden Ausbrüchen der Wildbäche, denen dann wertvolle und hochkultivierte Gründe zum Opfer fallen, dann vom Austritt der Flüsse in der Ebene und den hiedurch verursachten Schäden, deren Ziffer mitunter eine ungeahnte Höhe erreichen kann.

Als Wildbäche bezeichnet man jene Rinnsale oder Gebirgsbäche, aus deren Sammelgebiet ab und zu Muhren hervortreten. Diese sind ein dickflüssiges Gemenge von Wasser, Steinen, Geschieben, Sand, Schlamm u. s. w.; es kann dasselbe oft derartige Dimensionen erreichen, daß es in dem Profil des Baches keinen Raum findet, infolge dessen die Ufer übersteigt und seinen Weg über die angrenzenden Ackergründe nimmt, wobei dann die festen Beimengungen zur Ablagerung kommen. Auf diese Art werden oft in wenigen Stunden hochkultivierte Gründe meterhoch mit Geschiebmassen überdeckt und als vermuhrte Flächen der bisherigen Benützung zumeist für immer entzogen, da eine Räumung derselben einen unverhältnismäßigen Kostenaufwand erheischen würde. Nicht genug, an dem sind auch noch einzelne Wohnstätten, ja sogar ganze Ortschaften oft schon der Gewalt und dem zerstörenden Einflusse der Muhren zum Opfer gefallen.

Demontzey [1]) gruppiert die Wildbäche nach den Erzeugungsursachen in zwei Klassen und teilt der ersten derselben jene Wildbäche zu, deren Geschiebeführung vorwiegend auf die Unterwühlung der seitlichen Hänge zurückzuführen ist, während zur zweiten Klasse alle jene Wildbäche gehören, wo das vom Wasser aufgenommene und fortgeführte Geschiebe der Hauptsache nach ein Produkt des natürlichen Verwitterungsprozesses ist, dem

---

1) Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Berasung der Gebirgsgründe von A. Freiherr von Seckendorf. Wien 1884. Verlag von Wilhelm Frick.

die Felsen im Gebiete des Baches unterliegen oder die Geschiebemassen durch Gletschermoränen dem Bache zugeführt werden.

Der französische Hydrotechniker Surrel[2]) teilt die Wildbäche nach der Lage ihres Entstehungsortes in drei Gruppen und weist jene Wildbäche, die von einem Gebirgssattel ausgehen und in ein ausgesprochenes Thal abfließen, der ersten, jene, die von einem Gebirgskamme kommen und in der Richtung des stärksten Falles ihren Abfluß nehmen, der zweiten, und endlich jene Wildbäche, deren Ursprung unterhalb des Kammes, beziehungsweise im Abhange eines Gebirgskammes liegt, der dritten Gruppe zu. Duile[3]) dagegen nimmt bei der von ihm eingehaltenen Gruppierung der Wildbäche ihre Wassermassen zum Maßstabe und stellt in die erste Klasse jene Wildbäche ein, die das ganze Jahr hindurch Wasser führen, in die zweite Klasse solche, die erst beim Eintritte der warmen Jahreszeit Wasser führen, welches bei Beginn der kälteren Witterung versiegt und schließlich in die dritte Klasse diejenigen Wildbäche, die nur bei Wolkenbrüchen, langandauernden Landregen u. dgl. wasserführend auftreten.

Costa di Bastelica[4]) unterlegt der von ihm aufgestellten Einteilung der Wildbäche die Anzahl der vorhandenen, ausgesprochenen Schluchten und bezeichnet im Grunde dessen jenen Wildbach, der nur eine Hauptschlucht besitzt, als einen einfachen, während er jene mit zwei und mehr Schluchten in die Kategorie der zusammengesetzten Wildbäche einreiht. Sowohl die einfachen, wie die zusammengesetzten Wildbäche können wieder eine unterschiedlich große Anzahl von Runsen oder Einrissen in sich schließen, die dann alle in die Hauptschlucht einmünden. Diese Einteilung hat Demontzey[5]) noch durch die Hinzufügung einer dritten Kategorie ergänzt, indem er die muschelförmigen Einrisse[6]) als eine selbständige Gruppe von Wildbächen aufstellt.

Wir unserseits[7]) haben die Wildbäche nach Maßgabe ihrer Schädlichkeit in drei Gruppen unterteilt und bezwecken damit gleichzeitig die entsprechende Trennung und Gliederung derjenigen Vorkehrungen und Bauten, welche vom technischen Standpunkte aus behufs Vorbeugung und Beruhigung, beziehungsweise Festigung eingeleitet werden müssen. Wir zählen somit zur ersten Ordnung jene Wildbäche, deren Sammelbecken nahezu vollständig entwaldet und stark verrüft ist, die somit schon bei geringen Anlässen Muhren nach der Tiefe entsenden.

Zu den Wildbächen zweiter Ordnung sind dagegen jene Wildbäche zu zählen, deren Gebiet teilweise bewaldet und nur in verhältnismäßig geringem Grade verrüft ist. Aus dem Sammelgebiete dieser Wildbäche brechen nur bei größeren Elementarereignissen Muhren hervor. Alle Gebirgsbäche, in deren Sammel- oder Durchflußgebiet kleinere Anbrüche vorkommen und wo die geologischen, tektonischen und kulturellen Verhältnisse ein Vorschreiten der bereits eingetretenen Bodenverwüstungen mit Sicherheit erwarten lassen, aus deren Gebiet jedoch noch keine Muhren hervorgetreten sind, wären der dritten Ordnung beizuzählen.

Betrachtet man einen Wildbach in seinem ganzen Verlauf, so kann man drei mehr oder minder scharf begrenzte Zonen deutlich an ihm unterscheiden. Die höchst gelegene

---

2) Etudes sur les torrents des Hautes-Alpes. Paris 1841. 2. Auflage.

3) Ueber Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern. Innsbruck 1826. 2. Auflage 1834.

4) Les torrents, leurs lois, leurs causes, leurs effets. Baudry, Paris 1874.

5) Studien über die Arbeiten der Wiederbewaldung und Berasung der Gebirge von P. Demontzey. Uebersetzt von Dr. A. Freiherr von Seckendorf. Wien 1880.

6) In der Schweiz bezeichnet man diese Einrisse mit dem Ausdruck Combe, Balme, in Tyrol mit Pfanne oder Kessel.

7) Betrachtungen zu v. Seckendorf's Werke über Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Berasung der Gebirgsgründe von G. Förster. Oesterreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen XXXIV. B. p. 241.

Zone kann man als das Sammelgebiet oder Aufnahmsbecken bezeichnen. Es ist dies jener trichterförmige Thalschluß des Wildbaches, der die abfließenden Wassermassen sammelt, welche gleichzeitig den Boden aufreißen und ihn dann in Form von Erdreich, Schutt und Schlamm nach der Tiefe führen. Die zweite Zone ist der Abflußkanal, an den sich sodann die dritte Zone oder das Ablagerungsgebiet (Entleerungsregion) und zwar in jenem Punkte anschließt, wo der Wildbach die Bergschlucht verläßt und sich mit mäßigem Gefälle seiner Einmündung in das Gerinne des Hauptthales nähert.

Wildbäche wühlen den Boden im Gebirge auf und lagern denselben im Hauptthale und zwar kegelförmig oder strahlenförmig (Schuttkegel) aus oder führen denselben unmittelbar in das Bett eines größeren Flußlaufes ein, den man dann als wildbachartigen Fluß bezeichnet.

§ 2. Entstehung der Wildbäche. Jedes fließende Wasser birgt in sich eine Kraft, die sich aus dem Gefälle, den abfließenden Massen des Wassers und dessen spezifischem Gewichte, endlich aus dem zurückgelegten Wege zusammensetzt. Da aber diese Grundfaktoren und in erster Linie das Gefälle vielfach wechseln, so ist auch diese Kraft keine konstante Größe und es wird daher auch deren Wirkung oder Aeußerung an jeder Stelle des Abflußgerinnes eine andere sein. Diese Kraft wirkt auf den benetzten Umfang des Durchflußprofiles und muß von der Festigkeit des Materiales, in welchem die Abflußrinne eingebettet ruht, aufgehoben oder parallelisiert werden, wenn das Bachbett in einem steten und gleichen Zustande verbleiben soll. Wird nun die Kraft bei gesteigerten Abflußmassen größer als der Widerstand des Profiles, oder wird dessen Festigkeit durch mechanische Aenderungen an der Beschaffenheit der Bachbettsohle oder der Ufergelände vermindert, so muß das Abflußprofil angerissen werden. In diesem Falle beginnt der Bach sein Bett oder seine seitlichen Hänge zu unterwühlen und das auf diese Weise gelockerte oder abgelöste Material wird sodann vom Wasser gehoben und nach der Tiefe geführt.

Dieses Aufwühlen des Bodens kann in zweifacher Art vor sich gehen; die eine davon bezeichnet man für gewöhnlich als Sohlenvertiefung, die andere als eine Folgewirkung von Querströmungen. Endlich tritt auch noch ein dritter Einfluß hinzu, nämlich der Einfluß der Sickerwässer, der gleichfalls die Entstehung eines Wildbaches oder Terrainbruches veranlassen kann. Denken wir uns, daß im Sammelgebiete eines Baches im Gebirge ausgedehnte Entwaldungen vorgenommen werden und daß infolge dieser Kulturänderung bei heftigen Gewitter- oder andauernden Landregen mächtige Wassermassen zum Abfluß kommen, oder es sei die bisher feste Bachsohle durch mechanischen Einfluß (Holzbringung, Trift u. s. w.) gelockert worden. Im ersteren Falle hat sich die Kraftäußerung der abfließenden Wassermassen gesteigert, im letzteren Falle trat eine Verminderung der Widerstandsfähigkeit der Bachbettsohle ein und müssen dann Aufwühlungen und Kolkungen eintreten, d. h. der Bach wird successive seine Abflußrinne vertiefen und sich mehr und mehr in das Terrain einschneiden. Durch ein derart fortgesetztes Vertiefen verlieren aber die seitlichen Hänge ihre Stütze und ihren natürlichen Halt, lösen sich partienweise los und stürzen in das Bachbett herab, wobei dieses oft dammartig abgeschlossen wird, derart, daß die an ihrem Abflusse gehinderten Wassermassen angestaut und mehr oder minder lang zurückgehalten werden.

Gewöhnlich werden die in das Bachbett eingestürzten Erd- und Schuttmassen allmählich vom Wasser gehoben und abgeführt; öfter tritt aber auch der Fall ein, daß die das Bachbett verlegenden Massen bei Eintritt von Gewitterregen u. dgl. in ihrer Gesamtheit gleichzeitig in Bewegung geraten und sich dann als eine mehr oder minder gewaltige Muhr nach der Tiefe fortwälzen. Besitzt die Bachbettsohle eine genügende Widerstandskraft und sind nur die seitlichen Hänge aus einem minder festen Materiale zusammengesetzt, so kann es sich ergeben, daß der durch irgend einen Gegenstand gegen das Ufer geleitete

Stromstrich eine Unterwühlung dieser verursacht. Die unterwaschene Uferpartie wird dann, ihres natürlichen Fußes beraubt, einstürzen und einen Terrainbruch hervorrufen.

Diese Terrainbrüche in den Seitenhängen werden sich sodann, ohne Rücksicht darauf, ob sie infolge einer Sohlenvertiefung oder einer Querströmung entstanden sind, wenn sonst die Grundbedingungen vorhanden sein sollten, mehr und mehr erweitern und nach oben fortsetzen.

Der Einfluß der Sickerwässer kann sich wieder in zweifacher Art geltend machen; entweder sind selbe die unmittelbare Ursache, daß Terrainbrüche entstehen, oder sie fördern und unterstützen doch den durch Sohlenvertiefung oder Querströmung hervorgerufenen Zerstörungsgang. Der erstere Fall ist seltener, da er bestimmte Bodengestaltungen zur Voraussetzung hat, während die letztere Wirkung fast in einem jeden Wildbachgebiete anzutreffen ist.

In vielen Gebirgshängen lagern die Verwitterungsprodukte auf einer festen Unterlage. Diese Bodenkrume hat nun vermöge ihrer natürlichen Beschaffenheit und ihres Aggregatzustandes eine bestimmte Neigung gegen den Horizont angenommen; man kann sie somit als einen Körper betrachten, der auf einer schiefen Ebene ruht. Nach dem Grundgesetze der Mechanik wird im Zustande des Gleichgewichtes die parallel zur schiefen Ebene wirkende Schwerkomponente durch den Reibungswiderstand und die Adhäsionskraft aufgehoben. Ueberdies ruhen diese Massen noch auf der Basis der Bachbettsohle oder werden vom Gegendrucke des gegenüber auffsteigenden Hanges gestützt. Eine Verminderung oder Beseitigung des Gegendruckes oder des als Stütze dienenden Fußes durch Sohlenvertiefung oder Querströmungen muß eine Störung des Gleichgewichtes oder ein Nachstürzen der auf der schiefen Ebene lagernden Massen nach sich ziehen. Diese letzte Folgewirkung kann auch dann hervorgerufen werden, wenn die Unterlage oder die schiefe Ebene wasserundurchlässig ist (Tegel- oder kompakte Felsenschichte) und wenn die Tagwässer oder Quellen gezwungen sind, ihren Abfluß längs der schiefen Ebene zu nehmen, wobei diese geglättet wird und anderseits auch eine Durchweichung der aufruhenden Massen eintreten muß. In diesem Falle wird das Gewicht der aufruhenden Last erhöht, dagegen der Reibungswiderstand und die Adhäsionskraft vermindert und die parallel zur schiefen Ebene wirkende Schwerkomponente vergrößert, so zwar, daß ausschließlich infolge der Sickerwässer mehr oder minder ausgedehnte Partien eines Berghanges sich in Bewegung setzen können.

§ 3. **Vorkehrungen, welche die Entstehung und Fortentwickelung der Wildbäche verhindern können.** Auf die Entstehung der Wildbäche, sowie auf die Bildung der verwundeten oder verrüften Flächen im Gebiete eines Wildbaches nehmen in erster Linie jene Ursachen einen mehr oder minder fühlbaren Einfluß, welche eine Steigerung der Wasserkraft oder auch eine Verminderung der Widerstandsfähigkeit des Abflußprofiles eines Baches oder endlich eine Störung in dem regelmäßigen Abflusse der Tagwässer oder Quellen hervorzubringen vermögen. Im großen und ganzen kann man annehmen, daß die Entstehung und Fortentwicklung der Terrainbrüche von der geologischen und geognostischen Beschaffenheit des Sammel- und Durchflußgebietes und von den Gefälls- und Wasserverhältnissen des Bachgerinnes bedingt wird. Die geologischen und geognostischen Verhältnisse sind aber Faktoren, die nicht geändert werden können, mit denen somit gerechnet werden muß; dagegen ist eine Einflußnahme auf die Abfluß- und Gefällsverhältnisse möglich.

Von diesen letztbezeichneten Faktoren wollen wir vorerst jenen in betracht ziehen, welcher die Kraft des fließenden Wassers eines Gerinnes beeinflußt. Dahin müssen wir in erster Linie die Menge der zum Abflusse kommenden Wassermassen rechnen; denn gerade diese lassen sich durch zweckmäßige Vorkehrungen auf ein Maß reduzieren, daß eine ansehnliche Verminderung der wühlenden Kraft des Wassers erreicht wird. Bekanntlich nehmen

die Quellen und die oberirdischen Niederschlagsmengen ihren Abfluß in den vorhandenen natürlichen Rinnen, wobei man die Wahrnehmung machen kann, daß gerade die Niederschlagsmassen den häufigsten und größten Schwankungen ausgesetzt sind. Denken wir uns das Sammelgebiet eines Wildbaches derart beschaffen, daß die zu Boden fallenden flüssigen Niederschläge sofort in der Richtung des stärksten Falles in die natürlichen Abflußrinnen gelangen, so muß bei einem heftigen Niederschlage der Wasserstand im Hauptgerinne sehr schnell steigen, d. h. es treten in einem solchen Falle die Hochwässer plötzlich auf und halten nur eine kurze Zeit an.

Ist dagegen das Sammelgebiet eines Wildbaches beziehungsweise die Erdoberfläche mit einer Decke bekleidet, welche die Eigenschaft besitzt, mehr oder minder beträchtliche Wassermassen aufzusaugen, um diese langsam teils an den darunter liegenden Boden, teils an die Abflußrinnen abzugeben, so müssen schon starke Regen längere Zeit andauern, bis die Abflußmassen im Hauptgerinne den Hochwasserstand erreichen; für jeden Fall wird diese Grenze nicht jene Höhe erlangen, wie sie im erst angenommenen Falle thatsächlich sich herausstellen wird; endlich wird das Ansteigen ein sehr langsames sein, dafür aber werden diese Hochwässer sich auch länger erhalten.

Es bedarf wohl keines weiteren Nachweises, daß der erstbezeichnete Zustand vom hydrotechnischen Standpunkte aus der ungünstigere ist, und daß sich dieser ungünstige Einfluß in zweifacher Weise geltend machen kann. Schon in der einen Richtung, daß bedeutendere Wassermassen zum Abrinnen kommen, weil das Aufsaugen und Verdunsten entfällt, liegt eine große Gefahr, weil hiedurch bedeutend größere Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit des Bodens im Abflußgerinne gestellt werden, während in einer zweiten Richtung auch das plötzliche Eintreten der Hochwässer mechanisch einen bedeutenden und nichts weniger als günstigen Einfluß auf den Zustand des Bachgerinnes ausübt. Ein jedes Bachgerinne ist mehr oder weniger durch eingerollte Felsenbrocken, Holzstücke, Windbrüche u. dgl. verlegt. Tritt nun plötzlich Hochwasser ein, so werden diese Gegenstände auf einmal gehoben, nach der Tiefe gerissen, verursachen sodann Verklausungen und Wasseranstauungen, die beim Durchbruche das Gerinne, beziehungsweise dessen Sohle, sowie die Seitenhänge beschädigen müssen. Derartige Ausbrüche schwächen die Widerstandsfähigkeit des Bodens, berauben ihn der schützenden Bodendecke und damit ist der Anfang der Bodenverwüstungen gemacht, die dann beim kommenden Hochwasser in einem potenzierten Grade fortgesetzt werden. Langsam anschwellende Wässer räumen das Bachbett allmählich und veranlassen, wie eine ununterbrochene Erfahrung lehrt, niemals die so nachteiligen Stopfungen im Gerinne. Eine leichte lockere Bodendecke im Sammel- oder Niederschlagsgebiete der Wildbäche, welche die Fähigkeit besitzt, eine große Menge von Wasser aufzunehmen und durch längere Zeit zurückzubehalten, die somit den raschen Ablauf der Niederschlagsmassen und hiedurch das plötzliche Eintreten von Hochwässern hintanzuhalten vermag, kann nur der Wald schaffen. Vielfache Erfahrungen in Frankreich hatten zur Genüge erwiesen, daß die einfache Berasung einer wunden Bodenoberfläche den günstigen Einfluß des Waldes auch nicht annähernd zu ersetzen vermag. Es ist daher die Walderhaltung das erste und wichtigste Vorbeugungsmittel, um die Entstehung der Wildbäche hintanzuhalten.

Ein zweites nicht minder wichtiges Vorbeugungsmittel ist die Schonung der Bodendecke, die zum mindesten den mineralischen Boden vor Abschwemmung schützt. In steilen und entwaldeten Berghängen ist eine übermäßige und unter ungünstigen Umständen überhaupt jede Bewaidung mit Waidevieh zu unterlassen, weil durch den Tritt des Waideviehes die ohnedies zumeist magere und flache Rasendecke beschädigt oder abgelöst wird. Die ausgetretenen Steige des Waideviehes sind in einem zur Abrutschung oder Verrüfung geneigten Terrain gewöhnlich die ersten Anfänge einer Runse, die dann langsam aber stetig an Größe und Tiefe zunehmen wird. Den nachteiligsten Einfluß indeß übt unbestritten

die Holzbringung aus, wenn sie in natürlichen, trockenen Rinnen (Erdgefährten) durch selbstthätiges Gleiten geübt wird; denn schon nach kurzer Zeit werden derartige Gleitrinnen, wenn sie nicht etwa aus einem festen Felsen bestehen, ausgestoßen und vertieft. Die Tagwässer werden dann die begonnene Bodenverwüstung und Lockerung fortsetzen und kann demnach in kurzer Frist die ursprüngliche unansehnliche Gleitrinne zu einem gefährlichen Wildbache umgewandelt sein, wenn die geognostischen und geologischen Verhältnisse nur einigermaßen ungünstig sind.

Gleich nachteilig ist auch der Holztransport in Gebirgsbächen, deren Sohle und seitlichen Hänge nicht den genügenden Grad von Festigkeit besitzen, um den stärkeren Ansprüchen zu genügen, die bei dieser Transportweise auftauchen. Die Verwüstungen werden in diesem Falle nach Umfang und Bedeutung um so fühlbarer auftreten, wenn der Holztransport mit Zuhilfenahme von künstlichem Schwellwasser erfolgt und langes und schweres Holz getriftet wird.

Die Unterlassung der Holzausbringung in nicht entsprechend mit Holz ausgekleideten Gleitrinnen, dann des Triftens der Hölzer in einem zur Verrüfung hinneigenden Gebirgsbache, d. h. die Vermeidung aller Maßnahmen, welche eine mechanische Verwundung der Gebirgsböden hervorrufen, bilden das zweite vorbeugende Mittel, um die Bildung von Wildbächen zu verhindern.

Als weitere vorbeugende Mittel können wir noch hervorheben die Ableitung von Sickerwässern, Quellen u. dgl. in einem zur Bewegung disponierten Berggehänge, die Reinhaltung der Bachgerinne, beziehungsweise die rechtzeitige Beseitigung eingerollter Holzstücke, Felstrümmer u. dgl., die sorgfältige Ueberwachung der seitlichen Hänge eines Gebirgsbaches betreffs der Einbrüche, die Erhaltung des allenfalls vorhandenen schützenden Ufergesträuches, die Unterlassung der Baum- und Stockrodung, der Stein- und Schottergewinnung in einem Rutschterrain.

Der zweite Faktor, der auf die Kraftäußerung der abfließenden Wassermassen einen Anteil nimmt, sind die Gefällsverhältnisse. Eine Aenderung in dieser Richtung, d. h. eine Abminderung des relativen Gefälles einzelner Teilstrecken eines Gerinnes kann man nur mittelst künstlicher Einbauten erreichen.

§ 4. Wirkung der Wildbäche. Die Wildbäche entziehen in erster Linie der Kultur ansehnliche Flächen. Im Sammelgebiete werden die Terrainbrüche oder wunden Berghänge durch das fortgesetzte Abschwemmen der Bodenkrume bis auf den ertragslosen oder unproduktiven, felsigen Untergrund bloßgelegt, während im Ablagerungsgebiete hochkultivierte Gründe mit den herabgeführten Geschiebemassen überlagert werden, um dann für immer oder doch für lange Zeiträume ertragloses Land zu bleiben.

Die abgehenden Muhren oder Schuttmassen zerstören aber auch bestehende Kommunikations-Mittel und Wohnstätten, so zwar, daß oft bedeutende Kosten aufgewendet werden müssen, um die einen wie die anderen wieder der Benützung zuführen zu können.

Eine zweite und noch ungleich nachteiligere Wirkung der Wildbäche besteht in dem ungünstigen Einflusse, den sie auf jene Flußgebiete nehmen, in die sie einmünden. Selbstverständlich werden jene Flußläufe, welche Wildbäche aufnehmen, mit Sinkstoffen (Geschiebe) überladen, die dann an jenen Stellen zur Ablagerung gelangen, wo der Fluß infolge des geringeren Gefälles an treibender und fortbewegender Kraft verloren hat. Dadurch tritt allmählich eine Sohlenhebung ein, die Flüsse treten schon bei mittleren Wasserständen über das natürliche Ufer und suchen den an Tiefe verlorenen Raum durch Erbreiterung des Abflußprofiles zu ersetzen.

Dieses fortgesetzte Erhöhen der Flußbettsohle erheischt die Herstellung dammartiger Schutzbauten (Parallelwerke) längs der nicht mehr genügend hohen Ufer in einem Maße, daß nach Verlauf von nicht zu langen Zeiträumen die Flußbettsohle höher als die angrenzenden Kulturgründe liegt. Dieser Umstand, sowie das damit verbundene Steigen

des Grundwasserspiegels ist Ursache, daß ausgedehnte Kulturgründe im Flußgebiete versumpfen und daß die sanitären Verhältnisse in den Gebirgsthälern in fühlbarer Weise verschlechtert werden. Vielfach sind die sich mehrenden Ueberschwemmungen der größeren Flußläufe einzig und allein auf die Zuführung großer Geschiebemassen zurückzuführen. Mitunter verlegen mächtige Muhren oder der im Hauptthale sich bildende Schuttkegel eines Wildbaches den Flußlauf, veranlassen dessen Anstauung und somit Versumpfungen des Hinterlandes. Auf diese Weise sind ausgedehnte Sümpfe in den Gebirgsthälern bereits vor Jahrhunderten entstanden und wurden dann die trockenen Schuttkegel beruhigter Wildbäche sehr häufig zur Ansiedlung benutzt. Geraten derartige Wildbäche neuerlich in Bewegung, so fallen diese Ansiedlungen in erster Linie den abgehenden Muhren zum Opfer.

§ 5. **Wesen und Art der Wildbach-Verbauung.** Auf Grund vielfacher Erfolge können wir vorläufig soviel bemerken, daß ein jeder Wildbach, möge sein Gebiet mehr oder weniger angegriffen und in Bewegung sein, durch künstliche Mittel in seine ursprüngliche, normale, d. i. in eine unschädliche Form gebracht werden kann.

Die Mittel, um einen Wildbach zu beruhigen und ihn in die normalen Verhältnisse zurückzuführen, sind zweifacher Art. Wir rechnen hiezu in erster Linie die technischen Arbeiten d. h. die unterschiedlichen Schutz- und Festigungsbauten und in zweiter Linie die forestalen Arbeiten, d. h. Bindung und Festigung der Terrainbrüche und des entwaldeten Sammelgebietes durch Berasung und Bewaldung. Die letzteren Vorkehrungen unterstützen wesentlich die ersteren und ist in den meisten Fällen eine gelungene Wiederbewaldung für den Totalerfolg ausschlaggebend.

Zu den technischen Mitteln oder Bauausführungen rechnen wir

a) *Grundbauten*, b) *Querbauten*, c) *Parallelbauten*.

Mit den Grundbauten bezweckt man, die vorhandene Bachbettsohle eines Wildbaches in ihrem gegenwärtigen Zustande dauernd zu erhalten, d. h. es werden durch derartige Anlagen Auskolkungen und nachteilige Tieferlegungen der Bachbettsohle unmöglich gemacht.

Zu den Grundbauten gehören die *Grundschwellen* und die *Schalenbauten*. Hat ein Wildbach seine Sohle bereits stark vertieft, so genügt die einfache Festigung der Sohle gegen weitere Ausspülung nicht mehr, sondern es muß in diesem Falle vorerst die Sohle auf eine bestimmte Höhe künstlich emporgehoben und erst dann gegen weitere Verwundungen geschützt werden. In diesem Falle treten an die Stelle der Grundbauten die *Querbauten* oder *Thalsperren*.

Querbauten sind Einbauten, die gewöhnlich senkrecht auf den Stromstrich oder Wasserlauf zu stehen kommen und von einem Ufer zum andern reichen. Mittelst solcher Bauten wird, wenn sie in genügender Anzahl und Höhe erbaut werden, die Bachbettsohle gehoben, indem sich der Stauraum dieser Werke in kurzer Zeit verlandet d. h. mit Geschiebe hinterfüllt. Damit ist aber gleichzeitig auch eine Profilserweiterung eingetreten, die angebrochenen Füße der seitlichen Hänge erhalten eine neue Stütze, oder es wird damit wenigstens Raum zur Bildung eines neuen Fußes geschaffen. Ebenso wird auch noch die relative Höhe des Baches um die Summe der Höhen der Thalsperren vermindert und damit das wirksame Gefälle oder die arbeitende Kraft des Wassers im Wildbache gemäßigt.

Durch eine zweckmäßige Stellung und Dimensionierung der Thalsperren werden die seitlichen Hänge, dann die Bachbettsohle gegen nachteilige Veränderungen gesichert und sind, nachdem gleichzeitig auch noch eine Minderung der kolkenden Wirkung der Abflußmassen hinzutritt, die Grundbedingungen zur Fortentwickelung eines Wildbaches beseitigt und muß der Zustand der Ruhe oder Unschädlichkeit eintreten. Zahlreiche Erfolge lehren es auch, daß diese theoretische Annahme in der Praxis auch wirklich eingetroffen ist.

Die dritte Gruppe von Verbauungs-Objekten oder die Parallelbauten werden parallel zum Stromstrich oder Wasserlauf und zwar anlehnend an das Ufergelände gestellt. Man

kann damit nur bestimmte Uferstrecken gegen eine Unterspülung oder Aufwühlung infolge Querströmungen schützen. Sie werden somit erfolgreich nur dort anzuwenden sein, wo die Bachbettsohle vollkommen fest und unverrückbar ist, während die seitlichen Hänge aus einem leicht beweglichen Materiale bestehen, wo also kleine Querströmungen eine Verrüfung der Hänge und damit die Bildung von Wildbächen hervorrufen können. Dagegen sind solche Werke in unmittelbare Verbindung mit den Querbauten gebracht, ein wirksamer Schutz gegen seitliche Hinterspülung der Widerlager einer Thalsperre.

Als spezielle Formen der Wildbachverbauung wären noch hervorzuheben die Verbauung nach Jenny, die Beruhigung der Wildbäche durch Ableitung und die Anlage natürlicher oder künstlicher Lagerplätze. Wenn wir noch die in der Praxis bei der Wildbach-Verbauung in Verwendung kommenden Baumaterialien betrachten, so können die Werke aus lebenden und toten Faschinen, aus Holz oder Stein hergestellt sein. Sowohl mit dem einen wie mit dem andern Materiale lassen sich vom technischen Standpunkte aus die gleichen Erfolge erzielen; dagegen wird die Dauer der Verwendbarkeit der erbauten Werke, sowie der gesamte Bau- und Erhaltungs-Aufwand ein verschiedener sein. Bestimmte Regeln oder Vorschriften lassen sich in dieser Richtung nicht geben und wird daher die Entscheidung fallweise zu treffen sein, welches Material unter den gegebenen oder bestimmten Verhältnissen sich als das vorteilhafteste empfehlen dürfte; als allgemeine Grundregeln indeß können folgende Vorschriften gelten:

a. Werke aus Stein (Trocken- oder Mörtelmauerung) sind anzuordnen, wenn es sich um die Befestigung eines Wildbaches erster Ordnung handelt, oder wenn ein Wildbach fortgesetzt bedeutende Geschiebe und Wassermassen führt, wenn es sich um den Schutz sehr wertvoller Gründe handelt und die zu erbauenden Werke unausgesetzt fortbestehen, ferner wenn der Baugrund jenen Festigkeitsgrad besitzt, daß man hierauf schwere Steinwerke ohne deren Gefährdung stellen kann und endlich, wenn das erforderliche Material in genügender Menge, Beschaffenheit, Eignung und Form entweder in unmittelbarer Nähe oder doch nicht zu großer Entfernung von der Baustelle zu haben ist.

b. Werke aus Holz werden sich vorwiegend bei Verbauungen von Wildbächen zweiter und dritter Ordnung empfehlen, vorausgesetzt daß der Bach keine übermäßige Profilsbreite hat, dann dort, wo Holz in ausreichender Menge und Stärke billig zu beschaffen ist, in waldreichen Gegenden, wo mittelst der Werke minder wertvolle Kulturgründe geschützt werden sollen, wo also ein größerer Kostenaufwand nicht gerechtfertigt wäre und anderseits die Erhaltung und Erneuerung der Objekte keine Schwierigkeit verursacht; weiters wenn es sich nur um einen zeitweiligen Schutz handelt, bis allenfalls ausgedehnte und entwaldete Flächen verjüngt oder aufgeforstet sind, dann als Notbauten, die man später durch solidere Steinbauten ersetzen will und endlich, wenn die Mittel für solide aber kostspielige Bauten nicht verfügbar sind und eine Fortentwickelung des Wildbaches aus vielfachen Gründen hintangehalten werden soll.

c. Werke aus lebendem Materiale (ausschlagfähigem Gehölz) oder aus Faschinen (Packwerk) dürften den Anforderungen entsprechen in Wildbächen, entlang derer die beiderseitigen Hänge aus einem so leicht zerstörbaren Materiale bestehen, daß der Bau fester und haltbarer Widerlage einer Massiv-Anlage technisch schwierig und unsicher wird; weiters in Fällen, wo neue noch wenig ausgebildete Runsen oder Einrisse in Rutschflächen zu verbauen sind, wenn ausschlagfähiges oder für Packwerk taugliches Material in ausreichender Menge leicht zu beschaffen ist, und wenn die Wildbäche kein großes Geschiebe wohl aber Schlamm führen, so daß das Material der Packwerke von demselben hermetisch umschlossen wird, und sobald es sich nur um Notbauten handelt.

Betrachten wir beispielsweise das Sammelgebiet eines Wildbaches erster Ordnung vom bautechnischen Standpunkte aus, so läßt sich dasselbe mit Rücksicht auf die Beschaffen-

heit der wunden Flächen in den meisten Fällen in drei ausgesprochene Zonen abteilen. Der höchstgelegenen Zone gehören die in voller Auflösung und Bewegung begriffenen Flächen mit den mehr oder minder tief eingeschnittenen Abflußrinnen an, während man den zu einem Halse sich verengernden Abschluß des Sammelgebietes und unter Umständen auch noch einen Teil des Abflußkanales als dritte oder tiefste Zone betrachten kann. Der weitere Gürtel, der sich zwischen den Zonen hinzieht und wo sich bereits die vielen wasserführenden Einrisse mehrfach zu ausgesprochenen und tiefeingeschnittenen Abflußrinnen vereinigt haben, kann dann als die zweite oder mittlere Zone gelten.

Die technischen Bauten in der untersten Zone bilden gewissermaßen das Fundament des gesamten Verbauungssystems und sind dementsprechend auch aus einem festen Materiale herzustellen. Hier werden gut und solid ausgeführte Steinbauten am Platze sein, während in dem obersten Gürtel wegen der Brüchigkeit des Bodens möglichst einfache und leichte Werke d. h. Faschinenbauten die besten Dienste leisten dürften. Im mittleren Gürtel können je nach der Beschaffenheit des Bodens und dem verfügbaren Materiale Holz- oder Steinbauten in Verwendung treten.

In Wildbächen zweiter und dritter Ordnung dürften mit Rücksicht auf den angestrebten Zweck einfachere Werke von Faschinen oder Holz den kostspieligeren Steinbauten vorzuziehen sein.

§ 6. Grundschwellen und Schalenbauten. Grundschwellen und Schalen können aus Holz oder Stein hergestellt werden. Dieselben haben den Zweck, die Bachbettsohle vor einer Tieferlegung zu schützen. In der Schweiz bei Brienz sind Schalenbauten zu dem Zwecke ausgeführt worden, um die Sinkstoffe möglichst rasch nach einem natürlichen Ablagerungsgebiete zu schaffen. Man glaubte, daß sich durch den Bau von Schalen dem Schuttkegel eines Wildbaches entlang die Ausbrüche oder Muhren unschädlich für die angrenzenden Kulturen ableiten ließen. Die Erfahrung hat jedoch gelehrt, daß derartige Anlagen, wenn sie nur ausschließlich am Schuttkegel errichtet werden, zwecklos sind. Dagegen sind Schalenbauten das beste, leider aber auch das kostspieligste Mittel, um Wildbäche zu festigen, deren Bachbettsohle in Bewegung geraten ist. Hiebei wird nur vorausgesetzt, daß in die Ausschalung alle wunden oder aufgewühlten Stellen des Wildbachbettes einbezogen werden.

Hölzerne Grundschwellen bestehen aus einem oder zwei Balken, die man senkrecht auf den Stromstrich in die Bachbettsohle einläßt und beiderseits in die Hänge entsprechend befestigt.

An die Stelle der Balken können auch Steine treten, die dann in Form eines Gewölbringes mit dem Scheitel stromaufwärts in die Sohle des Bachbeetes gefügt und durch hinreichend feste Widerlagen in den beiderseitigen Uferfesten gestützt werden müssen. Grundschwellen haben nur dann einen sicheren Erfolg, wenn sie in genügender Anzahl und in einem Wildbache angewendet werden, wo die Aufwühlungen der Bachbettsohle erst begonnen haben. Sind diese aber schon weit fortgeschritten, dann muß anstatt der Grundschwellen der Schalenbau treten, wenn nicht etwa vorerst noch mit anderen Mitteln eine Sohlenhebung erzielt werden soll. (Verbauung nach Jenny.)

Schalen sind künstlich hergestellte Abflußkanäle mit rechteckigem, gebrochen geradlinigem, segment- oder halbkreisförmigem Profile. Die letztbezeichneten beiden Profilsformen sind die zweckmäßigsten aber auch die kostspieligsten. Auch bei Schalungen kann mit dem gleichen Erfolge Stein oder Holz verwendet werden. Faschinenmaterial dürfte sich nur zu untergeordneten Anlagen oder für Notbauten empfehlen.

Die Dimensionierung eines Schalenprofiles muß nach Maßgabe der abfließenden Wassermassen erfolgen. Sind längere Strecken eines Wildbaches auszuschalen, so müssen von Strecke zu Strecke Stützbauten, Steinschwellen oder Thalsperren eingefügt werden.

Desgleichen ist auch der unterste oder der am tiefsten gelegene Schluß der Schale durch eine hinlänglich feste Thalsperre zu unterfangen und zu stützen.

§ 7. Thalsperren. Ihrer Konstruktion nach besteht eine Sperre aus dem Damme und seinem Fundamente, d. i. dem dem Wasser entgegengestellten Körper, aus dem Vorfeld, dem Fall- oder Sturzbett, dessen Aufgabe in der Sicherung des Fundamentes der Sperre liegt, d. h. es soll Kolkungen und Unterspülungen des Fußes durch das herabfallende Geschiebe und das abfließende Wasser verhüten. Endlich gehören auch noch die beiderseitigen Widerlager hieher. Diese sollen ihrerseits wieder teils eine feste Anlehnung und Einbindung des Dammes an die Uferböschungen ermöglichen, teils auch gegen eine seitliche Hinterspülung des Gesamtbaues durch die abfließenden Wassermassen die genügende Sicherheit gewähren. Als Widerlager können natürliche Stützpunkte, Felsenköpfe u. dgl. benützt werden; im andern Falle müssen solche künstlich geschaffen werden.

a) Thalsperren aus Faschinen und Packwerk. Dieselben können wieder lebende oder tote sein, je nachdem ein Antreiben der Faschinen bezweckt oder auch nicht beabsichtigt wird. Mit Rücksicht auf die Art der Herstellung können sowohl die lebenden als auch die toten Faschinensperren aus gebundenen Faschinen, aus einfachen Flechtzäunen oder aus doppelten Flechtzäunen mit Geschiebefüllung bestehen.

Zu den lebenden Werken, die mit Rücksicht auf ihre längere Dauer den toten Werken vorzuziehen sind, muß stets ein ausschlagfähiges Material verwendet werden; desgleichen ist auch die Ausführung zu einer Zeit vorzunehmen, wo auf das Austreiben der Faschinen mit Bestimmtheit gerechnet werden kann. Das Faschinenmaterial soll frisch gewonnen werden und aus möglichst langen und nicht zu starken Weidenruten bestehen. Dasselbe wird mit weichem Draht zu walzenförmigen Würsten gewunden und kann hiebei das Innere der Walzen mit Steinen ausgefüllt werden. Die Länge dieser Walzen muß jedoch etwas mehr betragen, als die Weite der damit zu verbauenden Runsen. In schmalen Runsen oder Einrissen legt man die gebundenen Walzen parallel, in breiteren senkrecht auf den Wasserlauf und befestigt sie mittelst tiefeingeschlagener Pfähle, die man nach Möglichkeit gleichfalls aus einem ausschlagfähigen Materiale erzeugen soll. In diesem Falle werden die beiden Faschinenenden etwas höher als die Mitte gerichtet und möglichst tief in die Seitenhänge eingebettet. Dies sowie eine Hinterfüllung bergwärts bietet dem Faschinenmateriale ein genügendes Bett zur Bewurzelung.

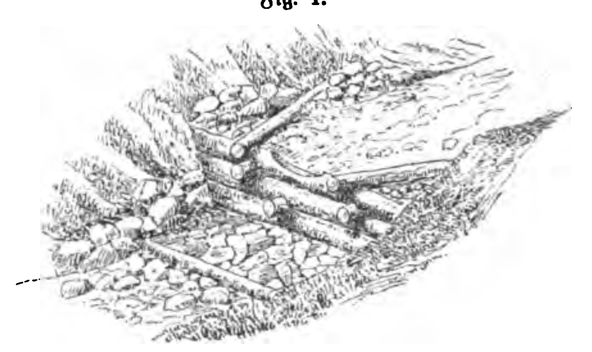
Erreichen die Runsen oder Einrisse eine Breite, die beträchtlicher als die Länge der verfügbaren Faschinen ist, so treten an die Stelle der gebundenen Faschinen die Flechtwerke. In diesem Falle werden senkrecht auf den Stromstrich Pfähle aus ausschlagfähigem Materiale in einer Reihe geschlagen und mittelst eines aufgenagelten Holmes verbunden. Das Holmholz kann horizontal liegen oder es wird, was sich mehr empfehlen dürfte, aus zwei oder drei Teilen zusammengesetzt, wobei dann das Mittelstück — für den Wasserüberfall — horizontal gelegt wird, während die Flügel seitlich ansteigend zu stellen wären. Die eingerammten Pfähle verflicht man mit ausschlagfähigen Weidenruten, deren unteres Ende genügend tief in den Boden zu versenken ist. Werden zwei oder mehrere derartige Flechtreihen in Abständen von circa 1 m parallel gestellt, überdies auch noch mit darauf senkrecht stehenden Flechtwerken untereinander verbunden und die auf diese Weise erzielten kastenartigen Räume mit Geschiebe oder Erde gefüllt, so bezeichnet man derartige Werke als Flechtzäune mit Geschiebefüllung oder auch als Korbsperren.

Zur Herstellung der Sperren aus Packwerk bedient man sich belaubter oder benadelter Stangen oder Stämme — am besten verwendet man gut beastete Tannen, die dann parallel zum Wasserlauf und zwar mit der Krone stromaufwärts Stamm an Stamm gelegt und mit Bachgeschiebe überlegt werden. Auf diese erste kommt dann eine zweite u. s. w. Lage, bis die geplante Höhe erreicht ist, wobei die nächst höhere Lage stets um ein We-

niges zurücktreten kann, so zwar, daß die von den Stammenden gebildete Stirnseite der Sperre eine kleine Böschung von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ der Höhe erlangt.

b) Thalsperren aus Holz können ein- oder zweiwandig sein. Die ersteren bezeichnet man als einfache oder Balkensperren, die letzteren als doppelte oder Kastensperren. Der Körper der einfachen Sperre Fig. 1 besteht aus einer Anzahl von über-

Fig. 1.



einandergelegten, runden Stammstücken von gehöriger Länge und Stärke, die entweder unmittelbar aufeinanderliegen oder untereinander Zwischenräume von 15—20 cm Weite bilden. Die erstere Konstruktion ist bei der Führung kleiner Geschiebe die zweckmäßigere. Zur Festigung dieser Wand dienen Zangenhölzer, welche in die Hinterfüllung möglichst weit hineingreifen sollen. Nicht ohne Vorteil ist die Verwendung von ganzen Stämmen mit voller Beastung als Zangenhölzer, in welchem Falle die in der Hinterfüllung fest eingeschlossene Krone einen weit höheren Festigkeitsgrad gewährt. Die Balkenwand kann vertikal oder mit einem Einzuge von $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ der Höhe hergestellt werden. In einem Wildbache mit hartem und scharfem Geschiebe dürfte die Vertikalstellung der Wand besser entsprechen, weil in diesem Falle das nicht unwesentliche Moment der mechanischen Abnützung der Hölzer wesentlich abgemindert wird.

Die doppelten Sperren bestehen aus zwei Balkenwänden, die unter einander mittelst Querhölzern verbunden sind, während der Zwischenraum mit Geschiebe ausgefüllt und an der Oberfläche überdielt oder abgepflastert wird. Ist die Profilsweite so beträchtlich, daß die verfügbaren Hölzer nicht zureichen, so wird der Holzbau aus zwei oder drei Teilen zusammengesetzt; im ersteren Falle werden die zwei Hölzer unter einem stumpfen Winkel bergwärts an einander gestoßen, während im letzteren Falle der mittlere Teil senkrecht auf den Stromstrich und die Seitenteile schief und thalwärts geführt werden, so daß sich die Form ähnlich wie ein mit dem Scheitel bergwärts liegendes Gewölbe ausnimmt. In der obersten Balkenlage wird durch Einschnitte und durch Befestigung von kürzeren Seitenstücken eine Abflußrinne für die gewöhnlichen Wässer geschaffen und damit auch der Stromstrich von den gefährdeten Uferpartien abgelenkt.

c) Thalsperren aus Stein. Der Körper einer Steinsperre wird stets in Form eines liegenden Gewölbes mit dem Scheitel stromaufwärts erbaut. Der Zweck der Bogenform einer Sperre liegt in der größeren Widerstandsfähigkeit gegen den Stoß und Druck der herabkommenden Geschiebmassen. Nachdem nun ein jedes Gewölbe den Druck auf seine Widerlager überträgt, so wird eine feste Anlehnung der Sperre immer geringer werden müssen, je mehr sich die Gewölbsform dem Halbkreise nähert; denn während der Druck eines flachen Bogens mehr gegen die Seitenwände der Schlucht wirkt, läuft er beim Halbkreise parallel zu denselben und verliert den natürlichen Halt, der erst durch künstlich hergestellte Widerlager wieder geschaffen werden müßte.

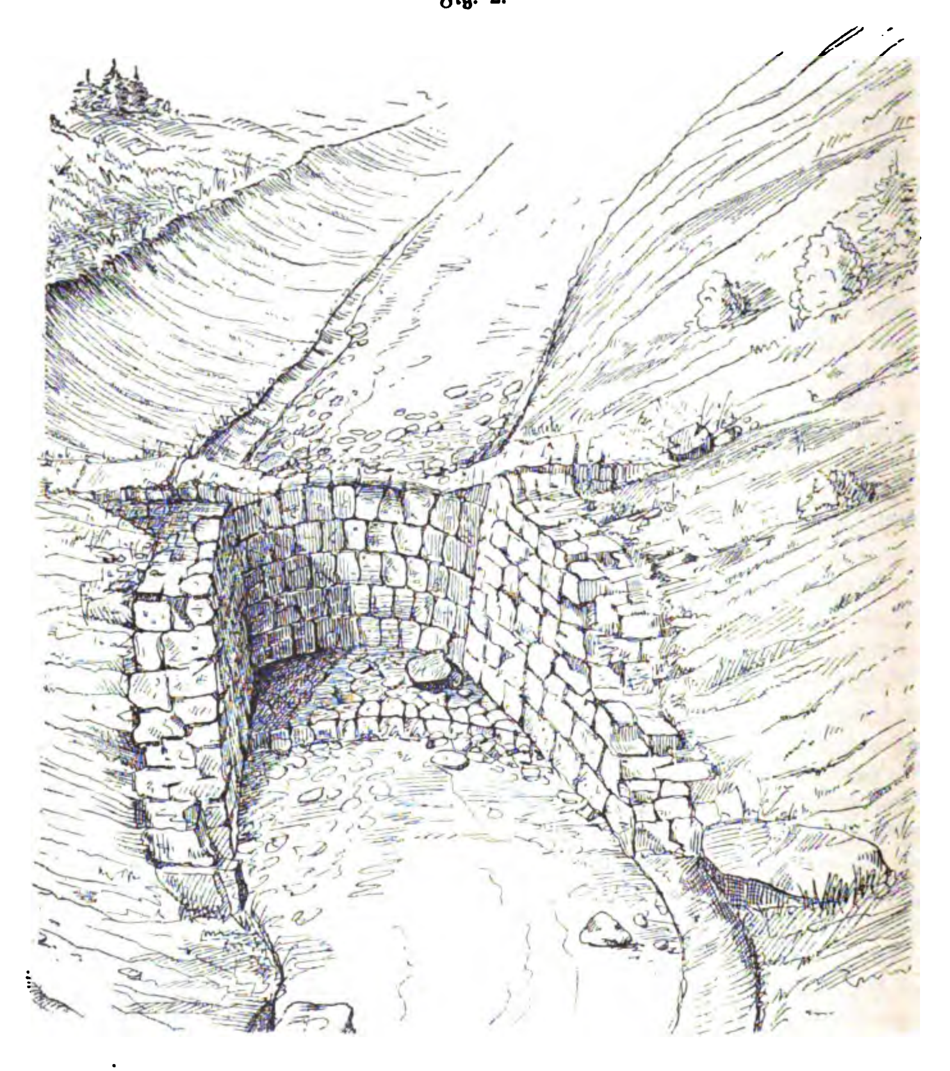
In Frankreich bekommen die Thalsperren eine Form, bei der die Sehne des Bogens

gleich der zehnfachen Pfeilhöhe ist, während im Schweizer Kanton Graubünden die Bogensehne gleich dem Bogenradius angenommen wird.

Die thalwärts gekehrte oder Stirnseite einer Sperre ist vertikal oder höchstens mit einem kleinen Anzug von 20—25% der Höhe herzustellen; denn mit der vertikalen Stellung wird die kolkende Einwirkung der überstürzenden Wassermassen auf den unmittelbaren Fuß der Sperre vermieden, es entfällt die Abnützung der ganzen Stirnseitenfläche und beschränkt sich nur auf die oberste Lage. Endlich wird auch das Wasser durch den vertikalen Sturz momentan seiner ganzen Kraft beraubt. Dagegen ist die Standfestigkeit einer geböschten Sperre größer und bedarf es keines so sorgfältig hergestellten Sturzbettes.

Mit Rücksicht auf die Ausführung kann der Körper einer Steinsperre aus einer in Mörtel gelegten Bruchsteinmauer, aus einem gemischten Mauerwerk oder endlich aus einem reinen Trockenmauerwerk mit mehr oder minder gut behauenen Steinen bestehen. Bei den Wildbach-Verbauungen in Oesterreich werden die Thalsperren nahezu ausschließlich als Trockenmauern mit lagerhaft zubereiteten Steinen erbaut, während in Frankreich vielfach Mörtelmauerungen oder gemischte Mauerungen Anwendung fanden. Wird der Körper

Fig. 2.



einer Sperre aus einer in Mörtel gelegten Mauer erbaut, so müssen kleine Abflußöffnungen für das Sickerwasser in ausreichender Anzahl und Verteilung hergestellt werden. Bei der Aufmauerung der Sperre sind für die Herstellung der Stirnseite möglichst große und feste Steine zu benützen, deren Stoß- und Lagerfugen entsprechend ausgearbeitet werden müssen; desgleichen muß das Gesetz „voll auf Fug" strenge durchgeführt werden, wobei die Steine mit ihren längsten Dimensionen die Tiefe, mit der zweitgrößten die Höhe der einzelnen Steinlagen bilden sollen.

In jede Steinlage (Gewölbsring) sind gleich-hohe Steine zu verwenden, wobei in gleicher Weise wie bei Herstellung eines Gewölbes vorzugehen ist, d. h. es wird mit der Mauerung oder mit dem Legen der Steine gleichzeitig in den beiden Widerlagern begonnen und der Gewölbsring oder jede Lage für sich durch einen sorgfältig zugerichteten Schlußstein geschlossen. Das selbständige gewölbartige Abschließen einer jeden einzelnen Steinlage ist schon deshalb ratsam, weil, wenn die Ausführung von einem Muhrgange überrascht würde — eine Eventualität, die ja bei einem Wildbache sehr leicht möglich ist — nur ein Teil, nicht aber die ganze Arbeit der Zerstörung anheimfallen kann. Muß die ausgeführte Stirnwand noch durch eine Hintermauerung verstärkt werden, so genügt für diesen Zweck eine einfache Bruchsteinmauer und wird dieselbe gleichzeitig mit der Vordermauer aufgeführt, wobei die Binder der Stirnwand möglichst tief in die Hintermauerung eingreifen sollen. Höhe und Mauerstärke wird mit Rücksicht auf die örtliche Beschaffenheit fallweise zu bestimmen sein.

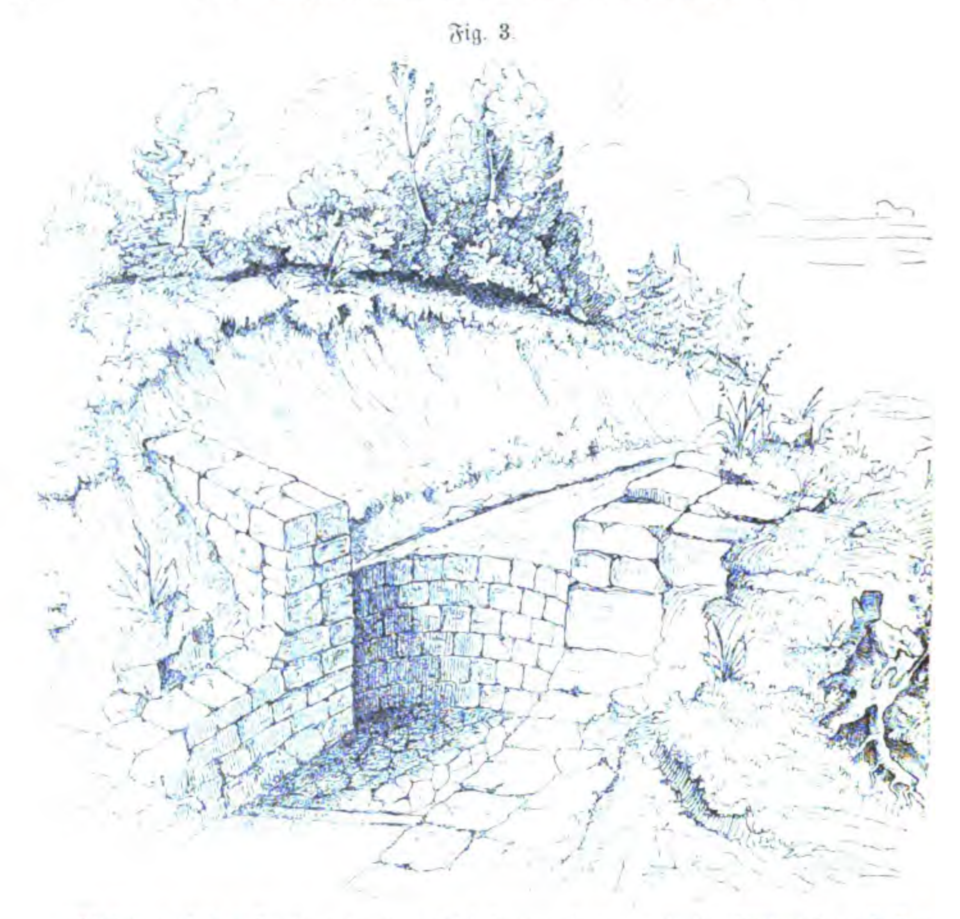
Die Krone der Steinsperre wird mit besonders großen Steinen abgedeckt und erhält ein schalen- oder staffelförmiges Profil, d. h. man legt den Wasserüberfall entweder in die Mitte (Fig. 2) oder auf eine der beiden Seiten. Das Letztere kann stattfinden, wenn ein Seitenhang aus einem festen Materiale bestehen sollte. Im Falle aber, als beide Hänge aus einem leicht zerstörbaren Materiale bestehen, ist das erstbezeichnete Profil anzuwenden. Eine horizontale Bekrönung ist nur zulässig, wenn die Seitenhänge beiderseits aus einem festen, felsigen Materiale zusammengesetzt sein sollten.

d) Die Widerlager und Fundamente einer Thalsperre. Die Widerlager einer Sperre aus Faschinenmaterial oder Holz werden durch das möglichst tiefe Einlegen des Körpers der Sperre in die Seitenhänge des Wildbaches ersetzt und in den wenigsten Fällen durch künstliche Anlagen geschaffen. Wenn es die Verhältnisse gestatten, dann werden für hölzerne Thalsperren jene Stellen benützt, wo natürliche oder gewachsene Felsen in den Hängen hervortreten, an die man die Balkenwand der Sperre anlehnen kann. Fehlt indeß jene Voraussetzung und gewährt selbst ein tiefes Einbinden der Holzwand in die Seitenhänge keine genügende Sicherheit, so werden beiderseits und zwar wasserabwärts — und auch stromaufwärts, das letztere gegen Hinterspülung — flügelartige Stützwände hergestellt und gleichfalls in das natürliche Terrain geführt. Mitunter werden auch längs der beiden Ufer parallel zum Stromstrich kastenartige, in das Hinterland mit Zangen festvernadelte Uferschutzwerke erbaut, die man dann als Widerlager für den Körper der Sperre benützt.

Steinsperren sind nach Möglichkeit an natürliche Felsen anzulehnen; in Ermanglung solcher sind künstliche Flügel (Fig. 3) parallel zum Wasserlauf und anlehnend an das Ufergelände nach auf- und abwärts möglichst weit zu führen und an ihren Enden in das natürliche Terrain einzubinden. Für künstliche Widerlager werden sich Mauern in Mörtel besser empfehlen als Trockenmauerungen.

Das Fundament bei den Sperren aus Faschinenmaterial und Holz besteht nur in der Art, daß der Körper möglichst tief in die Bachbettsohle eingeführt wird. Manchmal wird auch stromaufwärts, zumal bei Holzsperren, eine Bettung aus losen oder gebundenen Faschinen hergestellt, während das Sturzbett die Sperre stromabwärts zu schützen hat.

Fig. 3.



Wichtiger ist das Fundament einer Steinsperre, das um so sorgfältiger herzustellen ist, je höher und massiver der Körper der Sperre erbaut werden soll. Ist in der Bachbettsohle und zwar in mäßiger Tiefe fester, natürlicher Boden anzutreffen, so ist der Körper bis auf den Felsen hinab zu führen; es muß also dieser bloßgelegt und der Steinkörper unmittelbar darauf gestellt werden. Die Oberfläche desselben muß jedoch vorerst horizontal oder in Staffeln oder stromaufwärts etwas geneigt hergerichtet werden. Ist ein felsiger Untergrund nicht vorhanden oder doch erst in bedeutender Tiefe anzutreffen, dann sollten nur Objekte von mäßiger Höhe erbaut werden oder es müssen selbe auf einen stehenden und pilotierten Rost gestellt werden. Auch hier wird sich eine Hinterbettung der oberen Pfahlreihe mit gebundenen Faschinen empfehlen.

e) Das Vorfeld, Fall- oder Sturzbett. Es ist das jener Teil der Bachbettsohle, welcher unmittelbar von den über die Sperre abstürzenden Wasser- oder Geschiebsmassen getroffen wird. Derselbe wird selbstredend dieser erhöhten Kraftäußerung Widerstand leisten müssen, wenn nicht eine Auskolkung und Unterspülung der Sperre eintreten soll, davon Folgewirkung der Einsturz der gesamten Anlage wäre. Eine feste und dauerhafte Versicherung dieser Stelle ist somit die wichtigste Aufgabe bei dem Gesamtbaue und kann nur dann entfallen, wenn die besagte Stelle in einem Felsenprofile liegen sollte. Die Bauten zum Schutze des Vorfeldes können wie der Körper der Sperre aus Faschinen, Holz oder Stein hergestellt werden und bezwecken entweder den unmittelbaren Schutz durch Bettungen oder Erzielung einer andauernden Verlandung des Vorfeldes mittelst sekundärer

Vorbauten. Man unterscheidet daher Bauten zum unmittelbaren Schutze des Vorfeldes und Bauten, die eine Erhöhung des Vorfeldes bezwecken. Die ersteren empfehlen sich bei minder hohen Objekten und bei Wasserläufen, die nur ein mäßiges Geschiebe führen, während im entgegengesetzten Falle die letzteren als zweckdienlicher sich erweisen dürften.

Zu den erstgenannten Bauten rechnet man die Bettungen aus Faschinen, Holz und Stein. Faschinenbettungen können aus losen oder gebundenen Faschinen hergestellt werden; dazu können 3—4 m lange, 4—5 cm am dicken Ende starke Weidenruten oder in deren Ermanglung auch Laubholz- und selbst Nadelholzäste benützt werden. Sowohl die einen wie die andern werden auf den ebenen Grund gelegt, dann mit Geschiebe gedeckt, worauf eine neuerliche Faschinenlage kommt und dies insolange, bis die gewünschte Dicke erreicht ist, wobei sich die einzelnen Lagen der losen oder gebundenen Faschinen unter einem rechten Winkel kreuzen sollen. Als Abschluß und zur Verhinderung eines allfälligen Fortschwemmens der Faschinen wird senkrecht auf den Wasserlauf und thalabwärts vor die Bettung eine Reihe von Pfählen in den Boden eingerammt; überdies sind noch die einzelnen Lagen der Packung mit Würsten aus Faschinenmaterial und Haftpfählen an die Sohle anzunadeln.

Bettungen aus Holz können bestehen aus Rundholzstücken in einfacher oder doppelter Lage, aus Schwarten oder Bohlen oder aus gezimmertem Gehölz. Diese Dielung wird auf Grund- oder Schwellhölzer mittelst Holz- oder Eisennägeln befestigt, wobei die Polsterhölzer im groben Geschiebe zu betten sind.

Zweckmäßiger und dauerhafter sind Steinbettungen, die entweder aus einem losen Steinwurfe bestehen können, der aber nach Erfordernis in dem nötigen Ausmaße zu erhalten ist, oder es wird das Vorfeld mit einem regelmäßig ausgeführten Pflaster überdeckt. In beiden Fällen sind möglichst große, 1000—2000 kg schwere Steine zu verwenden. Die 0.8—1.0 m dicke Pflasterung ist auf eine 20—40 cm hohe Unterbettung von Schotter oder Geschiebe zu stellen und thalwärts durch eine hölzerne Grundschwelle oder besser noch durch einen gewölbartigen Einsatz (Steinschwelle) abzuschließen.

Hat dagegen das zu schützende Vorfeld eine größere Ausdehnung, so wird die Pflasterung durch eingelegte Holzschwellen oder durch in entsprechender Tiefe ausgeführte Quer- oder Herdmauern in Felder unterabgeteilt. In einem sehr lockeren Boden kann die Pflasterung zur weiteren Sicherung auf einen liegenden oder stehenden Rost gestellt werden. Mitunter wird auch ein gewöhnlicher Holzkastenbau, ähnlich wie bei einer Holzklause ausgeführt, mit Geschiebe gefüllt und an der Krone abgepflastert.

Die zweite Art der Bauten (Sekundärbauten), die auf eine Erhöhung des Vorfeldes abzielen, werden gleichfalls, je nach der Beschaffenheit, Form und Höhe des Hauptobjektes aus der kombinierten Anwendung von Faschinen-, Holz- und Steinmaterial erbaut. Zu den einfachsten Vorkehrungen gehören eine Pfahlreihe, parallel und in entsprechender Entfernung vom Hauptobjekte. Die Pfähle verbindet man mit einem Holmholze; vor dieselben werden stromaufwärts Senkfaschinen bis zur Höhe des Holms gelegt und vernadelt; oder man schlägt auch statt der Faschinen eine Spundwand. Werden dagegen Piloten oder Pfähle in zwei parallelen Reihen (Reihenabstand 2—3 m, Pilotenabstand 1—1.2 m) geschlagen, und dieselben mittelst Längs- und Querholmen (Zangenhölzer) verbunden und weiters an die zwei Pilotenreihen bergwärts Spundwände gerammt, so gewährt ein derartiger Bau selbst für größere Objekte einen genügenden Schutz. Den gleichen Zweck kann man auch mit einfachen Balkenwänden oder einem Kastenbau aus zwei parallelen Balkenwänden erreichen. Bei bedeutenden Thalsperren aus Stein werden als Sekundärwerke (Fig. 4 u. 5) ganz gleich konstruierte Steinsperren von geringer Höhe parallel und in angemessener Entfernung vom Hauptobjekte erbaut. Ueberdies kann die Oberfläche des ausgefüllten Raumes zwischen beiden Sperren auch unter einem mäßigen Gefälle abgepflastert werden. Der Fuß des Sekundärwerkes wird dann durch Bettungen geschützt. Bei der Anlage von

Fig. 4. Querschnitt.

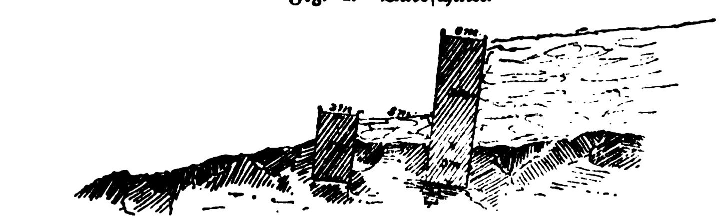
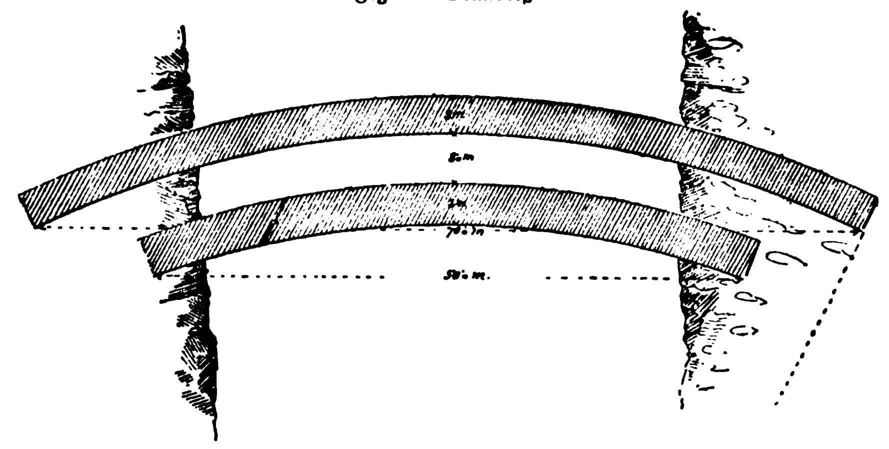


Fig. 5. Grundriß.

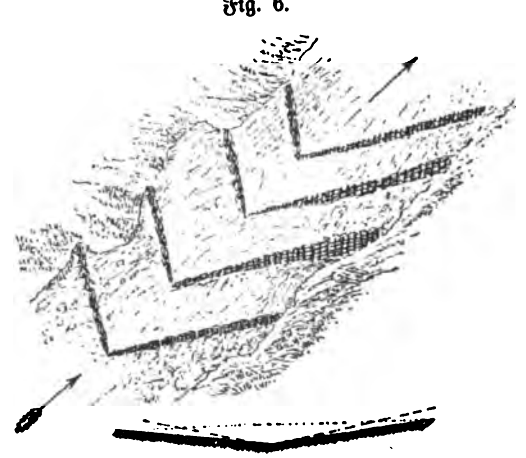


Bauten, die auf eine Erhöhung des Vorfeldes hinzielen, erfordert die Fundierung des Hauptobjektes keinen so besondern Grad von Sorgfalt, wie in jenem Falle, wo nur Bettungen hergestellt werden sollen.

§ 8. **Verbauung der Wildbäche nach der Methode von Jenny.** Die Jenny'sche Methode, die Wildbäche zu verbauen, besteht einfach in der Ausschalung der Bachbettsohle mit Steinen. Jedoch wird vorerst, um nicht allzu kostspielige Schalen herstellen zu müssen, die mehr oder minder tief eingeschnittene Bachbettsohle des Wildbaches oder einer jeden Reuse desselben auf ihre ursprüngliche d. i. normale Höhe emporgehoben und erst dann gegen neuerliche Unterwühlung durch die Aufführung einer Steinschale gefestigt, deren Profil ausschließlich nach den Abflußmassen zu bemessen ist. Das Heben der



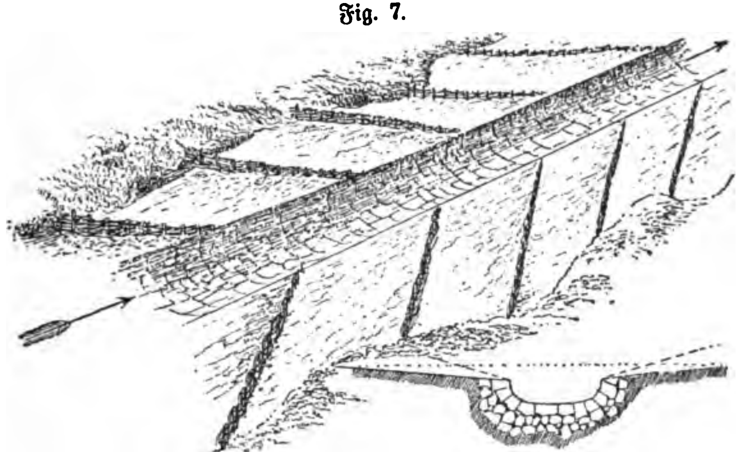
Fig. 6.



Bachbettsohle wird in einer einfachen aber sinnreichen Weise durch gewöhnliche Flechtzäune in der Weise erzielt, daß diese von unten nach aufwärts fortschreitend in Abständen von 3 m errichtet werden.

Diese Flechtwerke (Fig. 6) stehen der ganzen Reusenbreite entlang in horizontalen Kurven und sind nur in ihrem Scheitelpunkte etwas tiefer gehalten. Hat ein Muhrgang diese Werke verschüttet, so erfolgt der Bau neuer Flechtwerke und unter gleicher Weise der Bau einer 3., 4. u. s. w. Lage, bis die gewünschte Erhöhung der Sohle eingetreten ist. Auf diese Art hat Jenny Sohlenhebungen bis zu 15 m Höhe erzielt. Erst dann wurde die Steinschale Fig. 7, gewöhnlich mit einem kreissegmentförmigen Profil, gelegt, mit den

Fig. 7.



inzwischen und am Ende eingebauten Steinsperren als Grundschwellen gehörig gefestigt und mit Flechtzäunen flügelartig versehen, damit austretende Geschiebe wieder in die Schale zurücktreten können.

§ 9. **Verbauung von Wildbächen mittelst Bachableitung oder mittelst Benützuug künstlich erbauter Ablagerungsplätze.** Im einleitenden Teile ist bereits hervorgehoben worden, daß das Wasser durch die ihm innewohnende Kraft eine minder widerstandsfähige Bachbettsohle oder deren seitliche Hänge aufzuwühlen vermag und daß in Folge dessen ein gewöhnlicher Gebirgsbach zu einem Wildbache werden muß. Vermag man in einem solchen Falle, natürlich begünstigt durch die örtlichen Bodenverhältnisse, das Wasser von der bereits aufgewühlten Strecke abzuleiten, so muß, da die Grundursache beseitigt wurde, die eingetretene Bewegung im Gebiete des Baches aufhören. Eine Verbauung durch Ableitung wird indeß nur in seltenen Fällen eintreten, denn sie ist kostspielig und heischt ganz bestimmte Voraussetzungen. Es muß in unmittelbarer Nähe des Wildbaches ein zweites Gerinne vorhanden sein, in welches das Wasser des verrüften Baches geleitet werden kann. Dem Verfasser dieses sind nur zwei bisher ausgeführte Verbauungen durch Bachableitung bekannt und sind beide Fälle im Schweizer Kanton Graubünden vorhanden. Dort wurde der Surleibach bei Silvaplana in Egadin oberhalb der verrüften Stelle durch eine solide Steinsperre abgeschlossen und das Wasser mittelst eines Tunnels in das Felsenbett eines zweiten Baches geleitet. Der zweite Fall einer Verbauung durch Ableitung besteht an der Rabiosa, einem Zufluß der Plesur bei Chur im gleichen Kanton. Auch hier wurde das Bachbett oberhalb der in Bewegung geratenen Strecke mittelst einer Steinsperre abgeschlossen und das Wasser in einen Tunnel abgeleitet, der aber unterhalb der verrüften Partie wieder in das Bett der Rabiosa einmündet.

Wenn ein Wildbach in einen korrigierten Fluß einmündet, der eine Zuführung von Geschieben ohne nachteilige Folgen für die Korrektionsbauten nicht verträgt, so kann die

Zwangslage eintreten, daß man derartige Geschiebe vollständig zurückhalten muß. Selbstverständlich kann dies nur dort Platz greifen, wo der Bach nur Verwitterungsgeschiebe in mäßigem Umfange führt oder wo vorhandene Terrainbrüche bereits technisch richtig verbaut worden sind oder endlich wo mit Rücksicht auf die Terraingestaltung mit Sicherheit auf eine natürliche Beruhigung der eingetretenen Bewegung zu rechnen ist. Diese Zurückhaltung von Geschiebemassen kann entweder auf natürlichen Ablagerungsplätzen und da in erster Linie am eigenen Schuttkegel erfolgen, den man dann nur mit Flechtwerken durchzieht oder es wird eine mit Dämmen umschlossene und mit Flechtzäunen durchzogene Fläche hiefür bestimmt.

§ 10. Allgemeine Regeln für den Bau und die Erhaltung der Sicherungsbauten in einem Wildbachgebiete.

a) Vorarbeiten. Wenn es sich um die rationelle Verbauung eines Wildbaches handelt, so muß vorerst sein Längenprofil, eine ausreichende Anzahl von Querprofilen, dann ein Situationsplan mit dem Umfange seines Sammel- und Durchflußgebietes und endlich auch die Lage und Größe aller wunden Stellen geodätisch aufgenommen und graphisch dargestellt werden. Bei dieser Aufnahme sind gleichzeitig auch jene Stellen im Situationsplane und Längenprofile vorzumerken, die sich mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse ganz besonders als Baustellen für Querbauten eignen; desgleichen sind auch versumpfte Stellen oder offene Quellen ihrer Ausdehnung und Lage nach in den Plan aufzunehmen.

Mit diesen rein technischen Vorarbeiten ist gleichzeitig eine gründliche Durchforschung des Gebietes in geologischer und geognostischer Beziehung vorzunehmen, der sich auch noch die Ermittelung jener Grundursachen anzuschließen hätte, welche ausschließlich oder doch vorwiegend zur Entstehung des nunmehr zu verbauenden Wildbaches die Veranlassung gegeben haben. Erst auf Grundlage dieses möglichst sorgfältig erhobenen Materiales kann an die Abfassung des eigentlichen Verbauungsprojektes geschritten werden d. h. es wäre nunmehr die Methode der Verbauung und das hiezu anzuwendende Material festzustellen. Dabei könnte die Gesamtaufgabe allenfalls in drei Hauptarbeitsgruppen unterabgeteilt werden: Herstellung der technisch notwendigen Objekte, Festigung der wunden und bewegten Flächen mit den hiezu erforderlichen Entwässerungsanlagen und die rein forstlichen Aufgaben der Bewaldung im Sammel- und Durchflußgebiete.

Spezielle Regeln, welche Methoden sich in diesem oder jenem Falle empfehlen würden, lassen sich selbstverständlich nicht aufstellen, da das Verbauen der Wildbäche keineswegs schablonenmäßig behandelt werden darf; hier muß einzig und allein der lokale Charakter und der Umfang der bereits eingetretenen Verwüstung maßgebend bleiben. Ebenso muß auch die endgiltige Entscheidung betreffs dieser Arbeiten den hierin geschulten und vertrauten Forsttechnikern übertragen werden.

Im allgemeinen könnte allenfalls der Satz aufgestellt werden, daß für minder verrüfte und untergeordnete Wildbäche mit den einfachen Sohlenbauten (Grundschwellen) das Auslangen gefunden werden dürfte, während dort, wo die Bewegung bereits ansehnliche Dimensionen ereicht hat und der Bach schon verheerende Muhren entsendet, zu Thalsperren und Schalenbauten gegriffen werden muß. Letztere wieder hätten an Stelle der ersteren zu treten, wenn das Gefälle der Bachbettsohle 30 % übersteigt und diese mit Rücksicht auf ihre Bodenbeschaffenheit noch weiterer und tiefgehender Aufwühlungen fähig sein sollte. Da aber sowohl die Gefälls- als auch die Bodenverhältnisse in ein- und demselben Gerinne vielfach wechseln, so werden in der Praxis auch öfter alle drei Gruppen von Verbauungsobjekten anzutreffen sein, beziehungsweise zur Ausführung in Antrag kommen müssen.

Bei der Auswahl der Baustelle für eine Thalsperre ist in erster Linie darauf zu sehen, daß ausreichend starke Widerlager vorhanden sind oder daß selbe, sowie die not-

wendige Fundierung mit nicht zu beträchtlichen Kosten ausgeführt werden können. Bedeutende Profilserweiterungen sind zu vermeiden; dagegen muß getrachtet werden, daß die Sperren in thunlichster Nähe und zwar unterhalb der Terrainbrüche in den Seitenhängen zu stehen kommen. Die Auswahl der Baustelle ist wichtig und können oft wenige Meter auf- oder abwärts die Zweckmäßigkeit, Dauerhaftigkeit und Billigkeit der Anlage in hohem Grade beeinflussen. Die Wahl ist schwierig und erheischt Erfahrung und einen geschulten praktischen Blick.

Was die Anzahl der zu erbauenden Querwerke betrifft, so wird der Grad der Bewegung und Verrüfung maßgebend sein müssen, d. h. je umfangreicher die in Bewegung geratenen Flächen sind oder je weiter die Sohlenvertiefung vorgeschritten ist, um so mehr Thalsperren werden zu erbauen sein. Das Gefälle des Gerinnes und die Größe der vom Wildbache mitgeführten Geschiebe lassen wohl annähernd die zu erzielende Wirkung einer Sperre ermessen. Letztere wird bei größerem oder schwerem Geschiebe weiter reichen als unter entgegengesetzten Bedingungen, d. h. es ist der natürliche Ruhewinkel der massigeren Geschiebe ein größerer als jener der kleineren und leichteren Schuttmassen.

Beschränkt sich der Wildbach vorläufig auf die Aufwühlung seiner Sohle, so muß die Stellung und die Anzahl der Werke derart bemessen werden, daß die Sohle in ihrer ganzen Ausdehnung durch die zu erzielenden Verbauungen auf ihre ursprüngliche Höhe emporgehoben wird. Unter diesen Verhältnissen ist für die Wahl der Baustelle genügend Spielraum. Die Abstandsweite der Werke wäre dann nur derart zu bemessen, daß die Wirkung der einen Sperre bis zu der nächst höher zu erbauenden reiche; eine engere Stellung wäre zwar kein technischer, wohl aber ein ökonomischer Fehler.

Hat sich dagegen die Bewegung der Sohle den seitlichen Hängen mitgeteilt oder sind letztere an einzelnen Stellen in Folge von Querunterwühlungen in Bewegung geraten, so muß nicht ausschließlich die Sohlenhebung ins Auge gefaßt werden, sondern es sind dann unmittelbar unterhalb einer jeden Anbruchsfläche Querbauten als Hauptwerke derart zu stellen, daß die Wirkung derselben der betreffenden Bruchfläche in erster Linie zu gute kommt. In diesem Falle sind die Baustellen und damit auch die Zahl der hervorragenden Werke nahezu gegeben. Läßt sich die Wirkung einer Thalsperre auch nicht annähernd bestimmen, so beschränke man deren Zahl auf das unerläßlich notwendige Maß und schalte weitere Bauten erst ein, wenn der Erfolg der ersten Anlagen deutlich hervortritt.

Der weitere Umstand, wie hoch die einzelnen Werke auszuführen sind, wird teils von der Beschaffenheit der Baustelle, teils von dem anzustrebenden Erfolge und von dem Materiale bedingt, das zum Bau der Sperre benützt werden soll.

Wir haben schon mehrfach hervorgehoben, daß der Zweck der Querbauten in erster Linie in der Sohlenhebung beruht, d. h. man strebt jenen Zustand an, der vor der eingetretenen Bewegung stattgefunden hat, weil folgerichtig mit dem Eintritte des ursprünglichen Gleichgewichtszustandes auch die Bewegung aufhören muß. Aus der Beschaffenheit der Querprofile und aus dem Umfange der vorhandanen Sohlenvertiefung werden sich daher fallweise die notwendigen Höhenmaße für die einzelnen Objekte bestimmen lassen. Es ist nicht immer notwendig, die Objekte sogleich auf die zulässig größte Höhe aufzuführen, nach Maßgabe der Hinterfüllung können selbe sukzessive emporgeführt werden, ein Vorgang, der vom technischen Standpunkte aus auf keine Schwierigkeiten stoßen wird, da die einzelnen Schichten oder Steinlagen einer Sperre stets ein für sich abgeschlossenes Ganzes bilden. Es ist daher möglich, die technischen Arbeiten schon im Bauprojekte in bestimmte Baugruppen zu trennen, d. h. die Ausführung der Gesamtanlagen auf mehrere Baujahre zu verteilen, wobei aber darauf zu achten ist, daß die Arbeiten eines jeden Baujahres einen bestimmten Abschluß bekommen, damit nicht halbfertige Werke den Frühjahrswässern zum Opfer fallen.

Sind nun im Projekte die rein technischen Fragen gelöst, so kann an die Bemessung

der weiteren Schutzvorkehrungen gegangen werden. Dahin sind vorerst weiter die Entwässerungs- und Festigungsarbeiten zu zählen, welche auf die in Bewegung befindlichen Flächen ausgedehnt werden müssen. In einem jeden größeren Wildbache kommen Flächen vor, die vollständig von einer jeden Bodendecke oder Vegetationsschichte entblößt sind, wo also der nackte mineralische Boden zu Tage tritt, während wieder andere Stellen bestockt oder berast sein können, trotzdem sie bereits bis zu einer verschiedentlich großen Tiefe in Bewegung geraten sind.

Die letzteren Flächen sind leicht zu ermitteln, denn sie kennzeichnen sich durch mehr oder minder breite und tiefe Sprünge, mittelst deren sie sich von dem noch feststehenden Gelände getrennt haben. Im Situationsplan des Wildbaches sollen sie aufgenommen erscheinen. Durch solche äußerlich manchmal kaum kennbare Absitzungen in den Hängen werden die natürlichen Abflußröhren verstopft und Quell- und Regenwässer in ihrem regelmässigen Abflusse gestört. In diesem Falle muß eine Ableitung der Quell und Sickerwässer in den Verbauungsantrag einbezogen werden, wobei die Quellen zu unterfangen, Tagwässer dagegen mittelst eines Systems offener oder gedeckter Gräben zu sammeln sind, um sie dann nach der Tiefe unschädlich abzuführen. Das letztere wird stets in hölzernen oder steinernen Schalen zu erfolgen haben. Mit einer sorgfältig ausgeführten Entwässerung bewegter Flächen kann man unter günstigen Umständen die Bewegung beseitigen oder doch sehr verzögern.

Zu der dritten Gruppe gehören die forstlichen Arbeiten oder die Berasung und Aufforstung der verrüsten und entwaldeten Flächen im Sammelgebiete des Wildbaches.

In Frankreich, wo man schon vor einigen Dezennien ernstlich an die Verbauung der Wildbäche gegangen ist, glaubte man ursprünglich, es genüge eine technisch-richtige Verbauung des Wildbaches, wenn gleichzeitig eine Berasung der wunden Stellen vollzogen werde, um eine vollständige Beruhigung des Wildbachgebietes zu erlangen. Dieser Voraussetzung folgten kostspielige Enttäuschungen, und man gelangte zu der vollen Ueberzeugung, daß die einfache Berasung des Wildbachgebietes nicht genüge, um einen wenn auch vollständig verbauten Wildbach auf die Dauer zu beruhigen. Dagegen bieten Verbauungen in genügender und zweckmäßiger Weise und in Verbindung mit einer ausgedehnten Bewaltung der entblößten Teile im Perimeter oder im Sammelgebiete des Wildbaches nebst einer sorgfältigen und fortgesetzten Pflege und Erhaltung des Geschaffenen für die dauernde Beruhigung des Wildbaches alle Gewähr.

Als Aufforstungsmaterial empfehlen sich raschwüchsige und in der Jugend keines Schutzes bedürftige Holzarten mit Pfahlwurzeln, und ist die Pflanzung — wenn möglich mit verschultem Material — der Saat stets vorzuziehen. Für nasse Stellen sind Vorkulturen mit Stecklingen oder Setzstangen zu beantragen.

b) Bau-Ausführung und Erhaltungs-Arbeiten.

Auf Grundlage des nunmehr vollständig ausgearbeiteten und berechneten Bau-Antrags kann mit dem Bau selber begonnen werden. In Oesterreich werden alle Arbeiten im Tagschichtenwege ausgeführt, indem man hiebei von der richtigen Voraussetzung ausgeht, daß nur auf diesem Wege sich solide und dauerhafte Werke herstellen lassen.

Bei der Bau-Ausführung können allenfalls die folgenden Vorschriften als allgemeine Bauregeln gelten:

1) Zu den Faschinenbauten ist ausschlagfähiges Material zu verwenden, während sich dicht und stark beästete Tannen für Packwerke am zweckmäßigsten erweisen werden. Zu den Holzbauten ist gesundes Lärchen-, Kiefern-, Tannen- und ausnahmsweise auch Fichtenholz in genügender Stärke zu verwenden. Diese ist nach Maßgabe der Länge und des voraussichtlichen Hinterdruckes stellenweise zu bestimmen. Die Hölzer sind rund zu belassen, zu entrinden und nach Erfordernis untereinander mit Holznägeln zu festigen.

Zu den Steinbauten sind nur feste, harte und dauerhafte Steine von möglichst großen Dimensionen zu verwenden. Steine die in einem feuchten Grunde der Verwitterung stark unterliegen, wie beispielsweise alle Schieferarten, Sandsteine 2c. sind für Bauten im Wildbachgebiete unverwendbar.

2) Mit dem Baue der Sperren ist am tiefsten Punkte zu beginnen; gleichzeitig kann auch mit der Aufstellung der Faschinenwerke in der obersten Zone der Anfang gemacht werden.

Ist eine Sperre vollendet, so sind jene verrüften Hänge, die allenfalls durch dieses Objekt in erster Linie geschützt werden sollen, abzuböschen, zu binden und, wenn erforderlich, mit Entwässerungsgräben, Sickerschlitzen und Ableitungsschalen zu versehen.

Ist ein Wildbach in einem ausgedehnten Umfange, beziehungsweise mittelst einer größeren Anzahl von Objekten zu verbauen, dann wird es sich empfehlen, entweder schon vor Beginn oder doch gleichzeitig mit dem Baue der Werke die Herstellung eines einfachen Gehweges längs des Wildbaches zu veranlassen. Damit wird den Arbeitern der Zugang zu den einzelnen Baustellen, desgleichen auch der Transport der Werkzeuge, Geräthe u. s. w. zu den Arbeitsplätzen wesentlich erleichtert.

Sollten auf den in Bewegung gerathenen Flächen Baumstämme vorkommen, so sind sie abzufällen und vorsichtig wegzuschaffen, wenn sie nicht allenfalls zu den Verbauungen verwendet werden können.

Das Zuliefern der Baumaterialien ist mit thunlichster Rücksichtnahme auf die wunden und bewegten Flächen einzuleiten, damit diese nicht neuerlichen Beschädigungen ausgesetzt werden.

Die Baustellen müssen trocken gelegt werden und ist das Wasser mittelst einfacher Holzrinnen seitlich abzuleiten.

3) Mit den Aufforstungsarbeiten ist erst nach eingetretener Beruhigung der Rutschflächen zu beginnen; Vorkulturen dagegen können mit Stecklingen oder Setzstangen von Weiden, Pappeln, Erlen u. s. w. sogleich nach erfolgter Abböschung und Entwässerung der Plaiken [8]) in Angriff genommen werden.

4) Ist die Verbauung beendet, so sind die Objekte noch eine längere Reihe von Jahren zu überwachen, damit allfällige kleine Gebrechen sofort behoben werden können; desgleichen ist auch jenen Anlagen, mittelst deren die Bindung der wunden Stellen bezweckt wurde, sowie den ausgeführten Kulturen eine besondere Sorgfalt zu widmen. Unter manchen Verhältnissen dürfte sich auch die nachträgliche Festigung der Hinterlandungsmassen bei den Thalsperren durch lebende Flechtwerke oder durch Verpflanzung von Gesträuch empfehlen, wenn nicht etwa weitere Erhöhungen der Thalsperre schon im Vornherein geplant sind, die dann nach Maßgabe der eingetretenen Beruhignng vorzunehmen sind.

§ 11. **Entstehung, Bindung, Wiederaufforstung der Terrainbrüche.** Terrainbrüche oder Plaiken werden jene Stellen eines Berghanges genannt, welche infolge eines mechanischen oder elementaren Einflußes ihrer oberen schützenden Decke oder des Bodenüberzuges beraubt wurden, so zwar, daß der nackte mineralische und vegetationslose Boden zu Tage liegt.

Starker Weidegang, unvorsichtige Holzbringung, Lawinenabstürze u. s. w. können gleich wie Wildbäche in steilen Hängen eine Beschädigung oder Verwundung der schützenden Bodendecke veranlassen, die ohnedies oft nur aus einer dünnen Rasendecke oder einer Moosschichte mit verwesten Baum- und Pflanzenresten bestehen kann. Wenn sich derlei Stellen nicht rasch genug mit einer neuen Vegetationsdecke bekleiden und damit dem Einflusse der Witterung entziehen, so müssen sie an Umfang zunehmen, desgleichen wird auch lockerer offener Boden durch das Niederschlagswasser losgelöst und nach der Tiefe geführt, d. h. es werden sich innerhalb der offenen Bruchfläche Einrisse bilden, die allgemach zu Reusen

8) Plaiken sind wunde Stellen.

und Wildbächen sich ausbilden werden. Eine natürliche und möglichst schnelle Festigung der Terrainbrüche ist aber nicht unter allen Verhältnissen zu erwarten. Wo also auf eine selbstthätige Beruhigung der Anbruchsfläche nicht mit Sicherheit zu rechnen, oder wo diese von bedeutender Ausdehnnng ist, sind künstliche Festigungs-Arbeiten einzuleiten.

Bevor jedoch an die eigentlichen Festigungsarbeiten geschritten wird, muß vorerst die Grundursache der Entstehung behoben werden, wenn diese die Folgewirkung eines Wildbaches, eines Lawinensturzes, der Holzbringung u. s. w. sein sollte, d. h. es muß die Fläche zur Ruhe kommen und vor weiteren schädlichen Einflüssen geschützt werden. Sodann ist die Fläche gleichmäßig abzuböschen, wobei alle überhängenden Partien längs der Bruchränder zu entfernen sind. Desgleichen müssen auch alle größeren Stämme gefällt und beseitigt werden, wenn solche in unmittelbarer Nähe der Bruchränder vorhanden sein sollten. Enthalten die Plaiken oder die von der Vegetationsdecke entblösten und wunden Stellen noch hinreichenden Boden und ist deren Neigung nicht bedeutend, so dürfte der Anbau von Gras, beziehungsweise die Erzielung einer Grasnarbe den gewünschten Zustand der Ruhe hervorrufen. Sind die Bodenverhältnisse ungünstiger, dann dürfte das Stecken von 3—5 cm langen Rhizomen von Carex agrostis, Arundo u. dgl. und in den Schutthalden der südlichen Kalkalpen die Verpflanzung von Lasiagrostis Calamagrostis sich empfehlen. Eine weitere Art der Festigung wunder Flächen besteht in der Belegung derselben mit 0.3 m² großen und 0.15 m dicken Rasenstücken, die man im Dreiecksverbande und mit der Abstandsweite von 1—2 m legt und mit Pfählen genügend befestigt. Sind die Hänge steil, so müssen neben dem Rasenbelag auch noch horizontal geführte 30 cm hohe Flechtzäune aus ausschlagfähigem Materiale, oder wenn Rasenstücke nicht verfügbar sind, sich kreuzende Flechtwerke hergestellt werden.

Vorkommende Einrisse innerhalb der wunden Flächen sind durch eingelegte, gebundene und mit Pfählen an die Sohle befestigte Faschinen zu versichern. Unter Berauhwehrung einer wunden Fläche als Mittel der Befestigung versteht man folgenden Vorgang: man durchzieht die wunde Fläche, vorausgesetzt, daß sie nicht zu stark geneigt ist und genügenden Boden besitzt, mit 30 cm tiefen Horizontalgräben, legt in diese möglichst lange ausschlagfähige Weidenruthen und breitet diese nach aufwärts über die Fläche, wo sie mit zusammengedrehten Faschinenbündeln und Pflöcken befestigt werden. Die Entfernung der Gräben ist nach der Länge des verfügbaren Faschinenmaterials zu bemessen. Eine andere, wenn auch ähnliche Art der Festigung besteht darin, daß anstatt der Gräben Flechtzäune aus ausschlagfähigem Gehölz errichtet werden, die dann mit dem Boden der wunden Fläche zu hinterfüllen sind, so zwar, daß die Fläche terassiert wird. An die Stelle der Zäune können auch Trockenmauern treten.

Die erfolgreichste, ihrer Kostspieligkeit halber jedoch nur im geringen Ausmaße anwendbare Art der Sicherung ist die vollständige oder teilweise Pflasterung der Fläche, die durch einen soliden Steinsatz oder eine Mauerung zu unterfangen und zu stützen ist.

Sind die Terrainbrüche in der einen oder andern Weise beruhigt und nach Erfordernis durch offene oder gedeckte Gräben, in steilen Hängen durch Stein- oder Holzschalen entwässert worden, so kann an deren Bewaldung oder Aufforstung gedacht werden. Ob die Anzucht eines Hoch- oder eines Niederwaldes zweckentsprechender ist, muß dann fallweise nach Maßgabe der Steilheit der Hänge entschieden werden. In sehr steilen Grabenböschungen wird der Niederwald dem Hochwalde vorzuziehen sein.

§ 12. **Das Wesen und die Entstehung der Lawinen.** Das selbstthätige Niedergleiten einer Schneemasse wird **Lawine** (Lauine) genannt. Die Bahn oder Rinne, in welcher die Schneemasse sich fortbewegt, heißt der **Lawinenzug** und die am Fuße des Lawinenzuges angehäuften oder abgestürzten Schneemassen der **Lawinenkegel**.

Das Abstürzen der Lawine erfolgt vorwiegend in der Richtung des stärksten Falles

und am liebsten in den vorhandenen Wasserrinnen, Furchen und Schluchten oder in den entblößten Erdgefährten, weil zumeist in diesen Oertlichkeiten der Reibungswiderstand ein geringer und die Masse des angehäuften Schnee's eine bedeutende ist.

Lawinen können nur unter gewissen Verhältnissen entstehen, d. h. sie erheischen ein bestimmtes Gefälle der Berghänge und eine entsprechende Gestaltung des Terrains am Entstehungsorte. Man bezeichnet jene Stätten, wo alle Bedingungen für die Entstehung von Lawinen vorhanden sind, als lawinenzügiges Terrain, den Entstehungsort die Abbruch- oder Anbruchsstelle und die nach dem Abbrechen der Lawinen zurückgebliebene Schneewand als Abbruchs- oder Anbruchslinie.

Das selbstthätige Niedergleiten von Schneemassen erfolgt entweder infolge der eigenen Schwere oder in Folge eines oft nur geringfügigen Anlasses von außen, der genügt, um sie in Bewegung zu setzen. Man kann die auf einem Berghange angehäuften Schneemassen als eine auf einer schiefen Ebene ruhende Last betrachten, wobei die parallel zur schiefen Ebene wirkende Schwerkomponente bestrebt ist, jene zum Abrutschen zu bringen. Dieser Schwerkomponente wirkt der Reibungswiderstand und die Adhäsionskraft entgegen. Nachdem nun die beiden letztgenannten Kräfte gewöhnlich sehr klein sind, während die Schwerkomponente in steilen Hängen beträchtlich ist, so ist der Zustand des Gleichgewichtes zumeist von der Mächtigkeit der Schneemassen und von oft geringfügigen äußeren Einflüssen abhängig. In jenen Hängen, wo ein mäßiges Gefälle plötzlich in ein starkes übergeht, oder am oberen Rande einer Felswand, wo sich die Geschwindigkeit des Windes bricht und ruhigere Luftschichten vorkommen, wird der leicht bewegliche Schnee vom Winde zusammengetrieben und bildet dann überhängende Windswehen, welche die Alpenbewohner Windschirme, Schilder, Wind- oder Schneebretter nennen. Stürzt eine solche Windwehe infolge der Schwere ab, so genügt dies in den meisten Fällen, die vom Sturze der letzteren getroffenen Schneemassen in mehr oder minder ausgedehntem Umfange in Bewegung zu setzen. Es ist eine bekannte Thatsache, daß ein Schuß oder lautes Rufen schon Lawinen zum Abgleiten bringen kann.

§ 13. Einteilung der Lawinen. Die Lawinen gehen zu verschiedenen Zeiten nieder; desgleichen stürzen nicht immer die gesammten, auf einer Fläche ruhenden Schneemassen ab. Man unterscheidet daher Staublawinen, Oberlawinen und Grundlawinen. Staublawinen entstehen bei frischem, trockenem, staubartigem Schneefall, der bei seinem Absturze keine festen Ballen bildet und zumeist infolge großer Steilheit der Hänge sich nicht über eine gewisse Mächtigkeit am Hange liegend erhalten kann. Mitunter werden diese lockeren Schneemassen, noch ehe sie sich setzen konnten, durch den Absturz einer Windswehe in Bewegung gesetzt. Staublawinen entstehen vorwiegend nach dem ersten Schneefall bei strenger Kälte in den Monaten November und Dezember.

In sehr steilen und felsigen Lagen stürzen Staublawinen bei einem jeden Schneefalle nieder und bleiben derartige Hänge oft den ganzen Winter schneefrei. Die Wirkung der Staublawinen ist, da nie große Schneemassen in Bewegung gerathen können, ohne Bedeutung.

Erlangt dagegen der Schnee bei einer größeren Tiefe auch einen höheren Grad von Festigkeit und wird die Oberfläche desselben durch den Einfluß der Sonnenwärme oder warmer Winde mit darauffolgendem Froste zu einer harten und glatten Kruste umgewandelt, so kann der Fall eintreten, daß bei einem neuen Schneefall die Schneemassen, wenn sie eine bestimmte Mächtigkeit erlangt haben, sich auf der glatten Unterlage nicht zu erhalten vermögen und selbstthätig oder auch durch den Absturz eines Schneebrettes in Bewegung gerathen.

Solche Lawinen, die gewöhnlich im Dezember, Januar und Februar herabkommen, nennt man Oberlawinen, weil mittelst derselben nur eine obere Schneeschichte abgestürzt ist.

Mit dem Beginn des Frühjahres und der damit eintretenden Erwärmung des Bodens werden die in den Lawinenzügen angehäuften Schneemassen an ihrer Sohle durch Schmelzwasser geglättet und dadurch der Reibungswiderstand bis zu einem solchen Grade herabgemindert, daß diese Massen sodann in selbstthätige Bewegung gerathen. Man bezeichnet diese, am häufigsten im März und April abstürzenden Lawinen als Grundlawinen. Das Losbrechen der Grundlawinen erfolgt gewöhnlich um die Mittagszeit und am Nachmittag; zur Nachtzeit oder des Morgens nur bei einem anhaltenden Südwinde (Föhn).

§ 14. Wirkung der Lawinen und vorbeugende Maßnahmen gegen die Entstehung derselben. Die Wirkung einer niedergehenden Lawine wird um so größer sein, je bedeutendere Schneemassen in einem glatten, langen und unter einem starken Gefälle verlaufenden Lawinenzug sich in Bewegung setzen. Hindernisse innerhalb der Gleitbahn verzögern die Gleitgeschwindigkeit und vermindern somit auch die Wirkung der Lawinen. Felstrümmer und Gesträuch bieten den aufruhenden Schneemassen einen gewissen Halt, während eine Grasnarbe oder Krummholzkiefern und Alpenerlen, die sich unter manchen Verhältnissen in einem Lawinenzug gerne ansiedeln, gegen den Schnee-Abgang keinen Schutz gewähren, sondern eher einen solchen hervorzurufen vermögen. Lawinen, die bis in die Hauptthäler abstürzen, können Wohnstätten gefährden und auch zerstören und nur zu oft fallen denselben auch Menschen und Tiere zum Opfer. Zumal werden die in den Alpenländern mit der Holzausbringung im Winter beschäftigten Holzarbeiter davon betroffen. Manche Holzhauerhütte wurde von einer Lawine mitgerissen, und darin von der Arbeit ausruhende Holzknechte fanden im Lawinenkegel ein nasses und unerwartetes Grab. Aber auch Kommunikationsmittel, Eisenbahnen und Straßen werden von den abstürzenden Schneemassen verschüttet und dem Verkehr entzogen. Die Beseitigung der Schneemassen erfordert dann oft bedeutenden Zeit- und Kostenaufwand.

Lawinen verwüsten aber auch die bestehenden Waldbestände entweder unmittelbar oder mittelbar, letzteres insoferne, als jene durch den orkanartigen Sturm vernichtet werden, der durch den Absturz und das schnelle Abgleiten bedeutender Schneemassen hervorgerufen wird. So wurde beispielsweise die Endgeschwindigkeit der im J. 1879 von den Nordhängen des Dobratsch abgestürzten Oberlawine mit 145 m per Sekunde berechnet, während die stärksten Orkane in den Tropen nur eine Geschwindigkeit von 74 m erreichen. Die Wirkung der Lawinenstürze äußert sich noch in der mehr oder minder bedeutenden Beschädigung des Bodens und in der Verschlechterung der Abflußverhältnisse jener Bäche, in die sie abstürzen; denn mit den Schneemassen werden auch Geschiebe, Holzteile u. s. w. mit nach der Tiefe geführt.

Betrachtet man die verschiedenen Arten der Lawinen, so verursachen Staublawinen den kleinsten, Oberlawinen den größten Schaden, da bei ihnen die Gleitgeschwindigkeit und somit auch der hervorgerufene Luftdruck das höchste Ausmaß erreichen kann. Grundlawinen gleiten auf der rauhen Unterlage mit einer mäßigen Geschwindigkeit, führen aber alle beweglichen Gegenstände in der Gleitbahn mit nach der Tiefe.

Um die Bildung von Lawinen zu verhindern, darf als die beste und vielleicht einzig wirksame Maßnahme die Walderhaltung bezeichnet werden. Aus einem halbwegs gut bewaldeten Gebiete brechen niemals Lawinen los. Es sind daher dort, wo die Bildung von Lawinen zu befürchten wäre und eine Nutzung aus wirtschaftlichen Gründen oder aus Rücksichten für die Walderhaltung eingeleitet werden muß, 1½—2 m hohe Stöcke zu belassen, die dann wenigstens teilweise den gleichen Zweck wie die Waldbestände erfüllen werden.

Ist ein lawinenzügiges Gebiet mit Legföhren bestockt, so kann das Abstürzen von Lawinen auch dadurch verhindert werden, daß man 2—4 m breite Streifen in der Entfernung von 5—10 m und zwar in der Richtung der Schichtenkurven kahl abtreibt.

§ 15. Wesen und Einteilung der Lawinen-Verbauungen. Es liegt auf der Hand, daß im Abbruchsgebiete einer Lawine die Gewalt der in Bewegung geratenen Schneemassen stets eine so geringe ist, daß man noch mit unbeträchtlichen Mitteln helfend eingreifen kann. Man kann entweder die Ursache der Bildung von Schneebrettern beseitigen oder man erbaut in diesem Gebiete Objekte, welche den angesammelten Schneemassen eine Stütze gewähren, wodurch die nach abwärts wirkende Schneekomponente entweder vollständig oder doch zum großen Teile behoben wird, oder endlich man sucht die Lawine in einen zweiten Lawinenzug einzuleiten, wo sie dann unschädlich nach der Tiefe stürzen kann.

Wir haben daher zu unterscheiden: Bauten zur Festigung und Bindung der Lawinen in deren unmittelbarem Anbruchsgebiete; Bauten, die eine Ableitung der Lawinen bezwecken und solche, die ausschließlich zum Schutze einzelner Objekte errichtet werden. Nach Maßgabe des verfügbaren Materiales können die einzelnen Werke ausschließlich aus Holz, aus Holz und Eisen oder aus Stein hergestellt werden. Endlich können wir die Verbauungs-Anlagen noch in dauernde und in vorübergehende unterteilen. Die ersteren, für welche der Steinbau zunächst zu berücksichtigen käme, sind in jenem Anbruchsgebiete auszuführen, wo die Bodenverhältnisse oder die Höhenlagen eine Bewaldung ausschließen, während dort, wo eine Aufforstung noch möglich und gleichzeitig auch veranlaßt wird, den Bauten der Charakter provisorischer Anlagen zufällt, da sie eben nach einer bestimmten Zeit durch den angewachsenen widerstandsfähigen Holzbestand ersetzt werden sollen.

§ 16. Herstellung der einzelnen Schutzbauten.

a) Holzbauten. Bevor überhaupt an die Aufstellung von Schutzbauten gegangen werden kann, ist vorerst und zwar nach Abgang einer Lawine deren Anbruchslinie und zwar an Ort und Stelle dauernd zu kennzeichnen, nachdem dieselbe gewissermaßen die Ausgangslinie oder Basis der herzustellenden Schutzwerke ist. Sind die Bodenverhältnisse an jener Stelle, wohin die Sicherungsbauten gestellt werden müssen, von solcher Beschaffenheit, daß in den Boden Holzpfähle bis zur erforderlichen Tiefe eingerammt werden können und ist ferners noch entsprechendes Gehölz in genügender Menge verfügbar, so werden sich Holzbauten empfehlen.

Die einfachste Art der Holzverbauung besteht darin, daß ober- und unterhalb der Anbruchslinie einer Lawine 1½—2 m lange, 15—20 cm dicke Holzpfähle in Abständen von 0.6—1.0 m und zwar in der Art eines Dreiecksverbandes möglichst fest 30—50 cm tief in den Boden eingegraben oder auch eingeschlagen werden. Spaltstücke mit der breiten Fläche bergan geschlagen sind zweckmäßiger als Rundhölzer. In sehr steilen Hängen sind die Pfähle vertikal zu stellen. Sollten dieselben wegen zu geringer Einschlagstiefe nicht gehörig feststehen, so müssen sie thalabwärts noch durch eine vorgeschlagene Strebe versteift werden.

In minder steilen Lagen und bei geringer Bodentiefe lassen sich dreiseitige Pyramiden, welche aus Pfählen hergestellt und wobei die drei Pfähle am Kopfe durch einen hölzernen oder eisernen Bolzen und Eisenring zusammengehalten werden, mit Vorteil als Objekte verwenden. Die Bockfüße können noch überdies mittelst Querbändern unter einander verbunden und versteift werden. Alle einzuschlagenden Pfähle sind anzuspitzen und anzukohlen.

Eine zweite Art der Verbauung besteht darin, daß man die Pfähle in unterschiedlich langen Reihen aufstellt, beziehungsweise 30—60 cm tief in den Boden einschlägt und dann mit alten Stangen, Ast- und Abraumholz verflicht (Fig. 8—9). Es genügt, wenn diese 4—10 m langen Pfahlreihen in Abständen von 6—15 m in horizontaler Linie ober- und

Fig. 8.

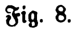




Fig. 9.



unterhalb der Abbruchslinie derart gestellt werden, daß über einen Zwischenraum der unteren Reihe stets ein Flechtwerk in der oberen Reihe zu stehen kommt.

Sind kleine felsige Rinnen oder Gräben zu verbauen, dann werden sogenannte Schneebrücken (Fig. 10) angebracht. Eine solche besteht aus einem über den Graben gelegten Stammstücke, ähnlich dem Tram einer Brücke, welches an den beiden Auflagern durch vorgeschlagene Pfähle befestigt wird. In Abständen von 20—30 cm werden an dieses Stammstück gegen den Hang gestellte Stangen befestigt. Bei großer Spannweite wird dasselbe auch noch durch unterstellte Joche versteift.

Eine vierte Form der Holzverbauung ist noch in Fig. 11 dargestellt und besteht aus Doppelsäulen und Querhölzern, die in gleicher Weise wie die Flechtwerke im Anbruchsgebiete zur Aufstellung kommen.

b) Werke aus Holz und Eisen müssen an die Stelle der Holzbauten treten, wenn die Bodenverhältnisse das Einschlagen von Pfählen nicht gestatten und das erforderliche Material für Steinbauten nicht verfügbar sein sollte. Die einzelnen Werke bezeichnet man als Schneekörbe und unterscheidet man dabei liegende und stehende. Die eine wie die andere Art besteht aus Eisenstäben, alten Rollbahnschienen, die in vorgebohrte Löcher

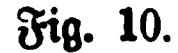


Fig. 10.

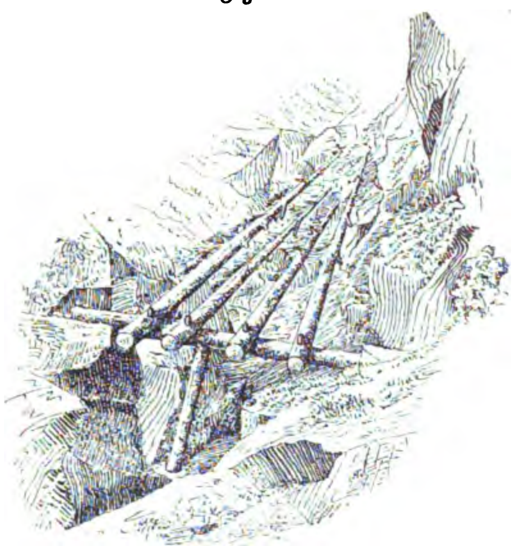


Fig. 11.



vertikal gestellt und befestigt werden. Die Eisenstäbe sind durchlocht und tragen beim liegenden Korbe die mit Draht daran in Abständen von 15—20 cm befestigten Querhölzer, beim stehenden Korb jedoch nur zwei hölzerne Querriegel, an welche dann in Zwischenräumen von gleichfalls 15—20 cm vertikale Stangen oder Spaltstücke mittelst hölzerner Nägel befestigt werden. Die in 2—3 m Entfernung gestellten Säulen werden, wie bei dem in Fig. 12 abgebildeten stehenden Korbe öfter noch mit Strebern versteift.

c) Steinbauten und Trockenmauern, bergwärts 1 m hoch, 0.5—1.5 m dick und unterschiedlich lang, die man wie die Holzwerke im Anbruchsgebiete verteilt erbaut. Für die Mauern genügt eine mäßige Fundierung; die Ecken indeß sollen aus großen Steinen hergestellt sein, sowie auch das Eindecken derselben mit schweren Steinplatten wesentlich zu ihrer Erhaltung beiträgt.

d) Leitwerke haben den Zweck, die abgleitenden Schneemassen in eine zweite Gleitrinne abzuleiten, wo sie allenfalls unschädlich nach der Tiefe stürzen. Die Leitwerke können gleichfalls aus Holz oder Stein bestehen und bekommen die Form einer schiefen Block- oder Balkenwand; mitunter werden sie auch aus einer hinreichend hohen Trocken-

Fig. 12.



mauer hergestellt, die sich in einer sanften Kurve längs des Hanges bis zu jener Stelle hinzieht, wo die Einleitung der abstürzenden Schneemassen erfolgen soll. Das Leitwerk bildet mit dem aufwärts ansteigenden Terrain die neue Gleitrinne; deshalb muß das Profil derselben dem Umfange der voraussichtlich zum Absturze gelangenden Schneemassen entsprechen, aber auch den genügenden Festigkeitsgrad besitzen, um dem Seitendruck der gleitenden Schneemassen widerstehen zu können. Die Leitwerke können sowohl innerhalb als auch am oberen oder unteren Ende des Lawinenzuges erbaut werden.

Zum Schutze einzelner Objekte, z. B. Alpenhütten, Wohnhäusern u. s. w. haben sich auch entsprechend dimensionierte Steinpyramiden bewährt, deren eine scharfe Kante gegen den Lawinenzug gerichtet ist. Nur dürfen die abstürzenden Schneemassen keine übermäßig großen sein. Dagegen haben sich Gräben oder hergestellte Terassen im Anbruchsgebiete als erfoglos gezeigt.

In erster Linie sind die beschriebenen Verbauungen wohl nur als Schutz gegen den Absturz von Grundlawinen anzusehen; immerhin scheint es, daß die durch die Werke erzielte wellenförmige Oberfläche der Schneemassen auch das Abgleiten der Oberlawinen verhindert, denn erfahrungsgemäß sind in einem verbauten Lawinenzuge noch keine Oberlawinen niedergegangen.

VIII.

Die technischen Eigenschaften der Hölzer.

Von

Wilhelm Franz Exner.

Einleitung. Allgemeine Gesichtspunkte. — Geschichte der einschlägigen Forschung und Litteratur. — Einteilung des Stoffes.

§ 1. Die Fachleute stimmen nicht darin überein, welche Eigentümlichkeiten, welche Erscheinungen, welche Verhältnisse im Holzkörper als „Eigenschaften" aufzufassen und unter diesem Schlagworte abzuhandeln seien. Mancher Autor erörtert als „Eigenschaft des Holzes" dessen „inneren Bau", „Gefüge", „Gewebe", „Struktur", „Textur", während derselbe die „chemische Zusammensetzung" keiner näheren Untersuchung wert hält, ein anderer Fachmann beschränkt sich auf „Elastizität und Festigkeit", auf „Dichtigkeit und Feuchtigkeits- oder Wassergehalt" und läßt die Spaltbarkeit, die Farbe, den Glanz, den Geruch ganz außer Betracht. Die Grenzen des Stoffes, welchen man unter obigem Titel behandeln soll, sind aber auch in der That sehr diskutierbar.

Wir sind der Ansicht, daß sich Jene im Recht befinden, welche den „Bau des Holzes" und die „Chemie des Holzes" als das unmittelbare Ergebnis des Lebensprozesses im Baume dem Pflanzen-Anatomen und -Physiologen zur Erforschung und Erörterung überlassen, hingegen die Eigenschaften als auf der Zusammensetzung des Holzkörpers, mittelbar auf den Lebensumständen des Baumes, beruhende Verhältnisse an und für sich ins Auge fassen.

Die Eigenschaften verhalten sich zur Konstruktion des Holzkörpers etwa wie die Wirkung zur Ursache, wie die Folge zur Voraussetzung.

Die Beziehungen zwischen den Graden der Eigenschaften einerseits und den Modifikationen im räumlichen und stofflichen Aufbau des Holzes existieren, haben sich aber bisher gar sehr unserer Erkenntnis entzogen, und nur äußerst wenig ist in dieser Beziehung wissenschaftlich sichergestellt.

Auch über die Beziehungen der Eigenschaften des Holzes unter einander ist noch wenig bekannt; Vermutungen, mehr oder minder plausible Annahmen überwiegen die positive, aus Thatsachen oder Versuchsergebnissen hergeleitete Erkenntnis.

Noch dürftiger ist unser Wissen hinsichtlich der Beziehungen zwischen den Eigenschaften und den Methoden der Umgestaltung, Umformung, Bearbeitung des Holzes, sowie der hiezu benützten Hilfsmittel. Sind die Lebensbedingungen für ein Holzgewächs erfüllt, so entsteht die Pflanze und mit ihr der Holzkörper, dieser hat bestimmte Eigentümlichkeiten (Merkmale seiner Gattung) und bestimmbare Eigenschaften (Eigenschaftsgrade). Auf diesen basiert die Verwendungsart und das Verfahren zur Herstellung des Gebrauchsobjektes. Welch' interessante Kette von Verhältnissen und Beziehungen, die mit der chemischen Zusammensetzung des Bodens, der Luft und des Samens, Wärme- und Lichtzufuhr jetzt erst

beginnt und mit dem fertigen Dachstuhl, der Brücke, dem Möbel oder der Heiligenfigur endet! In dieser Kette sind uns die einzelnen Glieder meistens genau genug bekannt, nur das ist uns ein bisher unerschlossenes Rätsel geblieben, wie sich die Ringe in einander gelegt und geschlossen haben.

Vorläufig arbeiten jene Wissenschaften ziemlich unabhängig von einander, die zur Erkenntnis von Thatsachen an einem bestimmten Punkte der Reihe führen.

Pflanzen-Physiologie, Biologie, Anatomie, mit ihren empirischen Schwestern Agrikulturchemie, Standortslehre, Pflanzen- oder Waldbau stehen der Holzproduktion zur Seite und gelangen auf analytischem oder induktivem Wege zu Gesetzen, auf synthetischem oder spekulativem Wege zu Regeln für die Praxis.

Nun kommt die spezielle Xylotomie und lehrt uns die Kennzeichen der Holzarten, indem sie dieselben im Wege des Vergleiches der Produkte ermittelt.

Hierauf folgt die Erforschung der sogenannten „technischen", d. i. der für die Verwendung des Holzes zur Befriedigung von Lebensbedürfnissen belangreichen Eigenschaften. Diese wissenschaftliche Aufgabe hat keinen speziellen Namen, sie ist nahe verwandt mit der Xylotomie und ergänzt sie.

Mit dieser wissenschaftlichen Aufgabe, welche Nördlinger zur Disziplin entwickelt hat, beschäftigen und beschäftigten sich Botaniker, Physiker, Mechaniker, Forstleute und Vertreter der sog. Warenkunde, endlich Technologen, alle von ihrem Standpunkte aus, mit dem ihnen zu Gebote stehenden wissenschaftlichen Apparate und in Verfolgung ihrer spezifischen Zwecke und Aufgaben. Dabei wurde aber nur ausnahmsweise mit Erfolg nach einer Beziehung zwischen der Eigenschaft und den Bedingungen der Entstehung des Holzes gefragt, der naturgesetzliche Zusammenhang der Eigenschaften untereinander, der Eigenschaften mit der Anatomie und Chemie des Holzes aufgedeckt. Der Forstmann, sowie der Physiker, der Technologe, sowie der Ingenieur gehen jeder ihren eigenen Weg, isoliert, und nur ihr Ziel vor Augen habend.

Wir fürchten sehr, daß unsere Zeit noch ferne abliegt von dem Momente, wo die Einzelforschung genügendes Material zusammengetragen haben und die Forschung überhaupt so organisiert sein wird, daß zu einer Kooperation von Fachleuten wird geschritten werden können. Auf das Universalwissen folgte die Spezialforschung, die Teilung der Arbeit, und mit den Früchten dieser ausgerüstet muß die Koalition der Spezialisten an die schwierigsten Probleme herantreten, welche den vereinzelten Gelehrten schon bei der Fragestellung verhöhnen.

§ 2. Eine kurze Uebersicht der wichtigeren Arbeiten auf unserem Gebiete wird das eben Gesagte bestätigen und die weiteren Darstellungen einleiten.

Parent veröffentlichte in den Mémoires de l'Académie des Sciences in den Jahren 1707 und 1708 Untersuchungen über die Festigkeit der Hölzer der Eiche und Tanne.

Welchen Grad von Genauigkeit man zu jener Zeit für ausreichend hielt, zeigt das Resumé der Arbeit: daß die mittlere Festigkeit der Tanne sich zu jener der Eiche verhält wie 358 zu 300 oder 119 zu 100. Von dem für die technische Verwendung der Rohstoffe im Bauwesen viel wichtigeren Begriffe der Elastizität ist noch nicht die Rede, wurde doch erst durch Young und Tredgold der Begriff des Elastizitäts-Koeffizienten in die Wissenschaft eingeführt.

Eine bemerkenswerte Arbeit rührt von Muschenbroeck her (Introductio ad philosophiam naturalem, Lugduni Batavorum 1762. I. Band S. 409). Dieser Gelehrte glaubte behaupten zu dürfen:

> „Der Teil der Bäume, welcher gegen Norden gekehrt ist, wird in der Mehrzahl der Fälle von schmäleren Jahrringen gebildet; die Kälte des Nordens hindert nämlich die Zunahme und die Entwickelung der Vegetation; die dem Süden zugewendete Seite setzt sich dagegen aus breiteren Jahrringen zusammen, — freilich findet zuweilen auch das entgegengesetzte statt...."

„Bei all' meinen Versuchen habe ich die folgenden Resultate gefunden: Die Festigkeit des Kernes des Baumes ist die geringste.... Vom Kerne ausgehend ist die Festigkeit im ganzen gegen Norden zu gelegenen Teile geringer, als in dem gegen Süden exponierten; die Festigkeit in dem westlichen Teile hat einen Mittelwert zwischen den beiden vorangeführten, die größte Festigkeit findet sich aber in dem gegen Osten gelegenen Teile. Wenn man weiters das Holz von der Axe bis zur Peripherie verfolgt in der Richtung der vier Weltgegenden, so findet man das festeste Holz an einer mittleren Stelle, die zwischen Rinde und Mark liegt und die dem Splint zunächst gelegene Partie des Holzes übertrifft jenes bedeutend an Festigkeit, welches dem Kern zumeist genähert ist."

„Die Festigkeit der höheren Teile des Stammes, wo sich die Aeste abzweigen, differiert von jener der dem Boden benachbarten fast nicht, auch gibt es keine derartigen Unterschiede zwischen dem Stamm und den Aesten. Ich weiß, daß mehrere Physiker entgegengesetzter Ansicht sind; sie behaupten, der Kern des Holzes enthalte das härteste und festeste Holz und auf gleiche Entfernung vom Kern und um denselben sei es von gleicher aber schwächerer Kohäsion, der Splint endlich sei die schwächste Partie, ich aber führe einfach das an, was mich die Versuche mit unseren Bäumen gelehrt haben."

„Es gibt einen von der Natur des Bodens bedingten Unterschied. Die Bäume, welche auf einem sandigen Boden erwachsen, sind gebrechlicher, während die auf einem thonigen Grunde stehen, zäher sind. Das grüne, frisch gefällte ist fester als das gleiche Holz im getrockneten Zustande."

Die Arbeit Muschenbroecks basiert, obwohl sie, besonders was die Verschiedenheiten der Festigkeit in einem und demselben Baume betrifft, eine der vollständigsten in der ersten Periode der wissenschaftlichen Bestrebungen auf diesem Gebiete darstellt, auf einer nicht so großen Zahl genügend überzeugender Versuche, um die oben angeführten Folgerungen sicher zu stellen. Dies scheint der Autor auch gefühlt zu haben, denn er sagt selbst in seinem Buche: „Vielleicht habe ich nicht alle Umstände beachtet, welche auf die Festigkeit der Hölzer Einfluß nehmen."

Der berühmte Naturforscher Buffon hat sich ebenfalls mit den mechanischen Eigenschaften des Holzes beschäftigt, doch ist wohl zu beachten, daß sich die Arbeit Buffons, obwohl sie nach einem sehr großen Maßstabe durchgeführt wurde, nur auf Eichenholz bezieht, was also ausschließt, die von Buffon gezogenen Schlüsse, selbst wenn sie vollständig erwiesen wären, auf andere Holzarten anzuwenden.

In den Oeuvres de Buffon, tome X, finden sich folgende Behauptungen, die hier ihren Platz finden sollen.

S. 10. „Das junge Holz ist weniger fest, als das ältere: ein dem Fuße des Baumes entnommener Barren widersteht mehr als ein dem Gipfel desselben Baumes entnommener; ein an dem Umfang des Baumes nahe dem Splint gewonnener Barren ist weniger fest, als ein gleiches aus dem Mittelpunkte des Baumes herrührendes Stück. Ueberdies modifiziert der Grad der Austrocknung sehr dessen Widerstandsfähigkeit; das grüne Holz bricht viel schwerer, als ein trockenes."

S. 18. „Das Holz, welches auf einem gewissen Boden am schnellsten erwächst, ist das festeste; jenes, welches langsam erwachsen ist und bei dem die Jahrringe sehr schmal sind, ist schwächer als ersteres."

„Ich habe gefunden, daß die Festigkeit des Holzes seinem Gewichte proportional ist, folglich daß ein Stück, welches gleiche Abmessungen wie ein anderes hat, aber schwerer ist, auch beiläufig in demselben Verhältnisse fester sein wird."

S. 27. „Die Dichte des Holzes nimmt vom Zentrum gegen den äußersten Umfang des Splintes hin nach einer arithmetischen Progression ab...."

„Das Holz vom Fuße des Baumes wiegt mehr als jenes vom Stamm aus der Mitte seiner Höhe und dieses wieder wiegt mehr, als jenes vom Gipfel und zwar nahezu nach einer arithmetischen Progression, welche vom Wachstum des Baumes abhängt. Es gibt eine Zeit, zu welcher das Holz in der Mitte und am Umfange des Kernes nahezu gleiches Gewicht haben, und das ist jene Zeit, in welcher das Holz in seiner Vollendung (Reife) ist (diese Beobachtungen wurden an Bäumen im Alter von 40 bis 46 Jahren gemacht); aber bei 100 bis 110jährigen Bäumen war der Kern nicht mehr der solideste Teil des Baumes; der Splint ist schwerer und fester in den alten als in den jungen Bäumen."

Im Jahre 1780 erschien das oft zitierte Werk: Traité de la conservation et de la force von Duhamel du Monceau. Demselben sind folgende Thesen zu entnehmen:

S. 50. „Man soll trockene Hölzer anwenden...."

S. 56. „Das Holz bedarf jedoch einer kleinen Menge Feuchtigkeit, damit es hart sei, woraus ich schließe, daß zu trockene Hölzer nicht gute Dienste zu leisten vermögen."

S. 65. „Das Holz, das man dem Fuße des Baumes entnimmt, ist schwerer als jenes vom Gipfel.“

S. 71. „Das grüne Holz muß ein Dritteil seines Totalgewichtes verlieren, um für so trocken zu gelten, daß es sich so verhalte, wie ein Hygrometer.“

S. 264. „Es scheint, daß die Extraktion des Saftes die Festigkeit des Holzes nicht vermindert, nachdem der Saft die Festigkeit, welche von der Anzahl und Stärke der Fasern abhängt, auch nicht zu steigern vermag. Der Saft macht die Holzfaser geschmeidiger und geneigter zu brechen.“

S. 378. „Es ist ferner eine erwiesene Thatsache, daß die Jahrringe von Mastbäumen ausgezeichneter Beschaffenheit, welche in einem sehr kalten Lande erwachsen sind, schmäler und daher näher aneinander gerückt sind.“

S. 411. „So lange die Bäume kräftig und in lebhaftem Wachstum begriffen sind, ist das Kernholz das dichteste, und in den dicken Bäumen, welche anfangen in der Rückbildung einzutreten, ist das Kernholz oft leichter als das Reifholz (la couronne, qui est entre le coeur et la circonférence); folglich gewinnt das Holz nach und nach seine Dichte und verliert an derselben, nachdem es das Maximum derselben erreicht hat.“

S. 438. „Die Bodenarten, welche die geeignetsten sind zur Bildung schöner Bäume, sind nicht jene, welche das Holz bester Qualität hervorbringen.“

S. 458. „In diesen starken Fichten (Pins du Nord von beiläufig 260 Jahren) ist das festeste Holz jenes, welches sich in der fünften ringförmigen Zone befindet, vorausgesetzt daß man die Querschnittsfläche einschließlich Splint in sechs gleich breite Ringe teilt; aber man begreift, daß dies zufolge von Umständen Aenderungen unterliegt.“

Die drei Autoren, welche wir nun zitiert haben, sind fast die einzigen, welche sich mit den in ein und demselben Baume auftretenden Unterschieden von Dichte und Festigkeit und mit dem Einflusse der Bodenbeschaffenheit auf diese Eigenschaften befaßt haben. Die Widersprüche in ihren Ansichten ließen diese großen Fragen als unentschieden bestehen. Die Divergenz der Auffassungen ist vielleicht der geringen Gleichförmigkeit und Genauigkeit zuzuschreiben, welcher die Bruchversuche unterworfen sind.

Die Untersuchungen, welche Duhamel über den Einfluß der Spaltbarkeit und des Verhältnisses zwischen der Zusammendrückung und Ausdehnung der Fasern auf den Totalwiderstand von der Biegung unterworfenen Körpern angestellt hat, können hier übergangen werden.

Erst die Autoren späterer Perioden haben sich dem Studium der Elastizität gewidmet.

Girard (Traité de la résistance des solides 1798. p. 183) schließt aus dem Gange seiner Versuche, und zwar in Uebereinstimmung bezüglich dieses Punktes mit Perronet (Oeuvres de Perronet, 1782, Tome I, Mémoire sur les pieux et pilotis, page 93), daß sich die Elastizität der Eiche verhält zu jener der Tanne wie 63 : 77 und er sagt weiters (p. 159), daß die kontinuierliche gleiche Belastung die Pfeilhöhe der Durchbiegungskurve vergrößere, was, nach seiner Ansicht, nicht der Fall sein könnte, ohne daß die Elastizität sich ändern und in jedem Augenblick einen gewissen Teil ihrer Energie einbüßen würde.

Am Ende des letzten und am Beginne unseres Jahrhunderts haben einige anerkannte Männer der Wissenschaft auf experimentellem Wege für eine große Zahl von Holz-Arten und -Vorkommen die Dichte, die Festigkeit und den Elastizitäts-Koeffizienten bestimmt. Es sind zu nennen: Bélidor (Architecture hydraulique 1782), Rondelet (Art de batir), Barlow (Essay on the strength of timber 1817), Ebbels & Tredgold in verschiedenen Werken.

Charles Dupin hat im Journal de l'École polytechnique, tome X, 1815 eine große Arbeit über die mechanischen Eigenschaften des Holzes veröffentlicht (Expériences sur la flexibilité, la force et l'élasticitè des bois). Dupin untersuchte die Natur der elastischen Kurve, die Lage der neutralen Schichte (fibre invariable), er berichtigte die Formeln, welche die Beziehungen der Abmessungen der Stücke und der angewandten Belastungen zu den erzeugten Durchbiegungen ausdrücken.

Er bewies S. 142, daß „die Durchbiegungen der Hölzer, welche durch sehr kleine Gewichte hervorgebracht werden, diesen Belastungen proportional sind“ und S. 150 folgert er aus

einem die Versuche mit Eichen-, Zypressen-, Buchen- und Tannenholze enthaltendem Tableau, daß „die spezifischen Gewichte gleichzeitig aber in viel geringerem Grade mit dem Widerstande gegen Durchbiegung zunehmen."

S. 194 bemerkt Dupin, daß „die Kräfte, die man anwenden muß, um die Hölzer dem Bruche zuzuführen, in keiner notwendigen Relation zu den Kräften stehen, welche die Durchbiegung der Hölzer hervorrufen."

„So setzen einige Holzarten der Biegung einen sehr geringen, dem Bruche einen großen Widerstand entgegen; solche sind die Rotbuche, der Nußbaum, die Ulme, die Tanne rc. Einige Arten widerstehen im Gegenteile sehr stark der Biegung und viel weniger dem Bruche, z. B. die Zypresse, das Mahagoni rc. Andere endlich bieten gleichzeitig großen Widerstand dem Bruche und der Biegung dar, hieher gehören die korsische Fichte und die Eiche."

Diese Klassifikation führt Dupin dazu, die beste Anwendung dieser verschiedenen Holzarten in der Praxis anzugeben.

Bevan befaßte sich vornehmlich mit der Bestimmung des Elastizitäts-Moduls im Wege der Torsion (Philosophical transactions, 1829).

Savart bediente sich der durch Tonschwingungen auf Holzplatten hervorgerufenen Knotenlinien, um die Unterschiede der Elastizität und die Lage ihrer Axen zu ermitteln. Diese Platten waren aus einem Stücke Rotbuchenholz nach verschiedenen Richtungen herausgeschnitten worden.

Er bemerkt S. 404 seiner in den Mémoires de l'Académie des Sciences 1830 publizierten Arbeit, daß „die Hölzer, bei denen die Jahrringe nahezu zylindrisch und konzentrisch sind, eine nach allen Radien in jedem zur Axe senkrechten Schnitt auffallend gleiche Elastizität besitzen".

S. 417. Jeder Stab kann bei derselben Art der Einteilung, je nachdem die Schwingungen nach der Breite oder Dicke erfolgen, zwei Töne zum Vorschein bringen, aber man kann den Unterschied zwischen diesen Tönen, als sehr geringfügig, vernachlässigen, wenn jene Abmessungen sehr klein sind."

Savart nimmt drei Axen an: die erste, parallell zu den Fasern, die zweite im Sinne des Radius und die dritte tangential zu den Jahrringen. Er fand durch Versuche, die er mit kleinen im Sinne dieser drei Axen dem Stamme entnommenen Barren angestellt hat, daß, wenn man den Widerstand gegen Biegung im Sinne der Tangente als Einheit annimmt, jener im Sinne des Radius 2.25, jener im Sinne der Faserrichtung 16 beträgt.

Dieselbe Frage verfolgte Wheatstone, der sich hierüber in den Philosophical transactions, 1833, S. 608 folgendermaßen äußert: „Wenn man eine Platte so ausformt, daß die Fasern zu einer der Seitenkanten parallel laufen, so sind die Axen der größten und kleinsten Elastizität rechtwinklig zu einander und parallel gestellt zu den anliegenden Seiten" . . . . .

„Wenn die Platte die Form eines Rechteckes hat, dessen Seitenkanten sich umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Widerstände gegen Biegungen verhalten, so werden die beiden Arten der Schwingungen parallel zu den Seiten, wiewohl diese verschieden lang sind, isochronisch sein, und ihre Konsistenz wird eine resultierende Figur liefern, deren Linien parallel zur Diagonale verlaufen."

Man könnte demnach, indem man die diesen Seiten zu gebende relative Länge durch Versuche ermittelt, das Verhältnis der Elastizitäts-Koeffizienten in zwei auf einander senkrechten Richtungen finden.

Poncelet geht in seinem Werke Mécanique industrielle, 1839, S. 316 in sehr genaue Details über die Elastizität der Hölzer und besonders über Dehnungsversuche mit denselben ein. Er leitet aus den Versuchen von Minard und Désormes und jenen von Ardant ab, daß für die ersten Belastungen die Verlängerungen den spannenden Kräften ausgesprochen proportional sind und rechnet aus diesen Verlängerungen die Elastizitäts-Koeffizienten. Die Elastizitätsgrenze für die Eiche entspricht nach den Versuchen von Minard und Désormes einer Belastung von 2.13 Kilogrammen per Quadratmillimeter und

einer Verlängerung von 0.0016 der ursprünglichen Länge. Die analogen Zahlen sind nach Ardant für die Vogesen-Tanne 1.85 Kilogramm und 0.00117. Diese verschiedenen Daten verstehen sich für die Elastizität im Sinne des Faserlaufes. Poncelet urgiert weitere Versuche über die Elastizität im Sinne der Tangente und der Normale zu den Jahrringen.

Nach Eaton Hodgkinson (Combes, Exploitation des mines I. Band S. 550) alteriert eine Verkürzung um 0.0027 der ursprünglichen Länge eines nicht gebogenen Prisma's die Elastizität um ein Erhebliches.

Hagen hat die Elastizität mehrerer Holzarten durch Biegung von Stäben, die im Sinne der Fasern und senkrecht auf dieselben genommen worden waren, untersucht und hat keine große Differenz zwischen Kern- und Splintholz gefunden; er hat indessen erkannt, daß der Elastizitäts-Koeffizient bedeutend abnimmt, wenn das Holz sehr stark durchnäßt ist. (Poggendorff's Annalen, LVIII. Band, S. 125.)

Im Jahre 1845 debutierten zwei italienische Physiker und zwar Paccinotti und Peri (Il Cimento III. Jahrgang) mit einer äußerst präzisen und detaillierten Untersuchung über die Elastizität der Hölzer, in welcher sie die verschiedenen Methoden zur Bestimmung des Elastizitäts-Koeffizienten unter einander verglichen und auf ihren Wert prüften. Sie operierten nach den drei Methoden auf Zug, Biegung und Torsion mit quadratischen Stäben von 27—36 Millimeter Querschnitts-Seite. Bei den Biegungsversuchen wendeten sie fünf verschiedene Arten der Befestigung beziehungsweise Unterstützung der Stäbe an. Diese Experimentatoren haben sowohl die elastischen als auch die permanenten Verlängerungen, Torsionswinkel, und die verschiedenen Punkten des Stabes entsprechenden Ordinaten des Stabes während dessen Durchbiegung bei wachsender Belastung desselben gemessen. Im zweiten Teile ihrer Arbeit vergleichen Paccinotti und Peri die ziffermäßigen Ergebnisse ihrer Versuche mit jenen Ziffern, die sich unter Anwendung der bekannten Formeln berechnen ließen, und suchen für die von ihnen untersuchten Hölzer eine Relation zwischen der Dichte und dem Elastizitäts-Koeffizienten aufzustellen.

Sie gelangten endlich zu folgenden Konklusionen:

1) „Die Elastizität ermöglicht in den verschiedenen Teilen des Holzes Veränderungen der Dimensionen, welche nicht bloß den ersten Belastungen, sondern auch jenen, die der Bruchbelastung nahe liegen, proportional sind, vorausgesetzt, daß man dafür Sorge trägt, von den elastischen Veränderungen jene permanenten auszuscheiden, die entweder der Weichheit des Materials oder der Kontinuität der Belastung zuzuschreiben sind."

2) „Die Durchbiegungskurven, welche die an einem Ende fest eingelassenen (eingeklammerten) Hölzer annehmen, weichen unter sonst gleichen Umständen von jenen ab, welche die gleichen Hölzer bilden, wenn sie an beiden Enden unterstützt sind, was man der Reaktion der Fasern in den beiden entgegengesetzten Aesten zuschreiben muß. Indessen kann dieselbe Theorie dazu dienen, um die beiden Arten von Kurven abzuleiten, vorausgesetzt, daß bei der Integration der betreffenden Differentialgleichung auf die gehörige Bestimmung der Konstanten Bedacht genommen werde (deren Größe von dem Grade der Unveränderlichkeit der Einfügung, Einklemmung des Endes des Versuchsstückes abhängig ist)."

3) „Die Unterschiede, die sich bei der Bestimmung des Elastizitäts-Koeffizienten bei demselben zeigen, verschwinden fast vollständig, wenn man mit diesem Ausdrucke den Quozienten $E' = \frac{E}{G}$ bezeichnet, wobei E den gewöhnlichen Begriff des Elastizitäts-Koeffizienten und G das spezifische Gewicht bedeutet."

4) „Der Elastizitäts-Koeffizient E' ist, wiewohl es einige Unterschiede bei den diversen Holzarten gibt, im allgemeinen = 2000 für den Quadratmillimeter Querschnitt."

5) „Man kann den Elastizitäts-Koeffizienten nicht nur durch Zug, sondern auch durch

Biegung und Drehung ermitteln, aber man erhält mit diesen verschiedenen Methoden auch verschiedene Werte und, um sie auf eine gleiche Ziffer zurückzuführen, wird man in jedem Falle einen von der Art der Operation abhängigen konstanten Koeffizienten zu bestimmen haben."

6) „Die leichteste Methode zur Bestimmung des Elastizitäts-Koeffizienten besteht darin, den Körper an beiden Enden zu unterstützen und in der Mitte des Abstandes der Stützpunkte zu belasten."

Die Beobachtungen Paccinotti und Peri's sind so exakt, als sie es ohne Anwendung des Kathetometers sein konnten. Auch das Gesetz, das unter 1) ausgesprochen ist, stimmt mit jenem überein, das man als für die Metalle giltig hinstellte. Aber es blieb einige Unsicherheit bezüglich der aus den Versuchen abgeleiteten Koeffizienten und des Vergleiches der Methoden untereinander, denn diese Autoren haben es vernachlässigt, den Teil des Baumes, dem die Versuchsstücke entnommen sind, sowie den Feuchtigkeitsgrad der Versuchsstücke zur Zeit der Erprobung in Rechnung zu ziehen. Bekanntlich ist aber die Elastizität nicht in allen Teilen des Baumes dieselbe und sie verändert sich bemerkenswert mit dem Feuchtigkeitsgehalte und dieser ist in so kleinen Stäben, wie sie die Autoren benützt haben, besonders variabel. Demnach sind die Ergebnisse der Beobachtungen Paccinotti und Peri's, welche unter verschiedenartigen Umständen an dem nämlichen Holze und jene, welche bei diversen Holzarten gewonnen wurden, denn doch nicht ganz vergleichbar untereinander. Es ist ferner zu bemerken, daß nach den bekannten Formeln, welche die Beziehung zwischen dem Elastizitäts-Koeffizienten und der Schallgeschwindigkeit ausdrücken, der von Paccinotti und Peri eingeführte Begriff E' dem Quadrate der Schallgeschwindigkeit proportional sein müßte, woraus folgt, daß wenn E eine unveränderliche Größe darstellen würde, auch die Schallgeschwindigkeit für alle Arten von Hölzern die gleiche zu sein hätte, was bekanntlich nicht der Fall ist, denn sie schwankt nicht nur mit der Holzart, sondern auch in demselben Baume in den verschiedenen Partieen desselben, ja in demselben Versuchsstab mit dem Grade der Trockenheit desselben. Nachdem E im allgemeinen mit dem Grade der Trockenheit wächst, und G bei Feuchtigkeitsabnahme sich verringert, so muß in so stärkerem Maße E' bei steigender Trockenheit zunehmen.

§ 3. Ueberblickt man die auf unserem Arbeitsfelde bis gegen das Ende der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts gewonnenen Forschungsergebnisse, so findet man, daß die Methode und die Schärfe des Raisonnements zwar große Fortschritte machte, — der wichtigste war jedenfalls die Aufnahme der Untersuchungen über die Elastizität —, aber die Resultate der Untersuchungen widersprachen sich häufig untereinander, die Fragestellung der Autoren ist häufig unsystematisch und ließ empfindliche Lücken, die Einseitigkeit der Autoren ist vorherrschend. In voller Erkenntnis dieser Verhältnisse unternahmen zwei französische Fachleute, ein Forstmann und ein Techniker, Chevandier und Wertheim, eine epochemachende Arbeit. Die Versuchshölzer wurden einem Forstgebiete der westlichen Vogesen entnommen, dessen lokale Verhältnisse den Forschern genau bekannt waren. In dem 4000 Hektaren messenden Komplexe fanden sich genügend viele Varianten von Wachstumsbedingungen und Holzarten. Der Auswahl, Beschreibung und Vorbereitung der Versuchsstücke wurden die gleiche weitgehende Sorgfalt zugewendet, wie den Versuchen selbst, für welche alle nötigen Hülfsmittel in befriedigender Qualität zur Verfügung standen. Chevandier und Wertheim publizierten ihre Arbeit, die Frucht mehrjähriger Anstrengung, welche in einem bis dahin nicht erreichten Grade von Vollkommenheit durchgeführt wurde, im Jahre 1848 als Monographie: Memoire sur les propriétés mécaniques du Bois, nachdem die Ergebnisse schon am 5. Oktober 1846 der Akademie der Wissenschaften in Paris vorgelegt worden waren. Die beiden Autoren bewiesen zunächst im ersten, dem historischen Teile ihres Memoire, dem wir hier bisher gefolgt waren, die Unentbehrlichkeit einer neuen

Untersuchung, welche sich mit der Feststellung der allgemeinen Gesetze, mit der Bewegung der mechanischen Eigenschaften in den Individuen und mit jenen Abweichungen derselben, welche der Verschiedenheit der Art, des Alters, der Exposition und der Provenienz zuzuschreiben sind, zu befassen hätte, wobei die theoretischen Untersuchungen unter Rücksichtnahme auf die in der praktischen Verwendung des Holzes auftretenden Verhältnisse komplettiert werden sollten.

Chevandier und Wertheim legten sich folgende Fragen vor:

1) Welche Wirkung übt eine allmählich wachsende Belastung auf die Hölzer aus, nach welchen Gesetzen vollziehen sich die dabei entstehenden Formveränderungen und welche Methoden sind zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der Hölzer verwendbar?

2) Variieren die mechanischen Eigenschaften des Holzes

a) mit der Orientation, d. h. nach der Lage im Baume in Beziehung auf die Weltgegend;

b) mit dem Feuchtigkeitsgehalte;

c) mit der Lage im Baume, bei gleicher Höhe über dem Erdboden, in Beziehung auf die Entfernung vom Mittelpunkte gegen den Umfang hin;

d) mit der Lage im Baume nach der Höhe über dem Boden?

3) In welchem Verhältnis stehen die mechanischen Eigenschaften des Holzes im Sinne der Faserlänge und der auf dieser senkrechten Richtungen im Stamme je nach der verschiedenen Höhe über dem Boden?

4) Welchen Einfluß übt das Alter der Bäume aus?

5) Welchen Einfluß zeigen die Jahrringbreite, die Exposition und die Bodenbeschaffenheit?

6) Welche Beziehungen bestehen zwischen den mechanischen Eigenschaften der Hölzer untereinander?

7) Welche Mittelzahlen kann man für die mechanischen Eigenschaften der Hölzer als richtig annehmen und welche Folgerungen ergeben sich daraus für die Praxis?

Mit Beziehung auf diese Fragen stellten Chevandier und Wertheim die Ergebnisse der Arbeiten aller weiter oben zitierten Autoren zusammen und zeigten auf diese Art die bestehenden Widersprüche, endlich stellten Chevandier und Wertheim in einer Tabelle die von den beachtenswerten Experimentatoren gefundenen Ziffern zusammen nnd da ergab sich, daß die Resultate innerhalb sehr weit auseinander liegender Grenzen schwankten.

Beispielsweise fand man für

	Dichte	Elastizitäts-Koeffizient	Festigkeit
Eiche	0.616 bis 0.993	500 bis 1600	5 bis 32
Rotbuche	0.600 „ 0.811	950 „ 1483	8 „ 12
Tanne	0.443 „ 0.703	611 „ 1615	5 „ 9
Fichte	0.396 „ 0.753	433 „ 1776	4 „ 8

Was immer die Ursache so großer Abweichungen sein mochte, die Thatsache stand fest, daß von diesen Ziffern ein sicherer Gebrauch nicht gemacht werden konnte, und die Erneuerung der Anstrengungen seitens der fachmännischen Kreise, zu deren hervorragendsten Zierden Chevandier und Wertheim zählten, erscheint als vollkommen gerechtfertigt.

Die Resultate, welche aus den Forschungen der letztgenannten Gelehrten abzuleiten waren, fallen schon in jene Gruppe von Daten, mit denen wir heute noch zu rechnen haben, und die sicher teilweise schon in die Darstellung des gegenwärtigen Zustandes unserer Erkenntnis über den in Rede stehenden Stoff fallen, weshalb sie an dieser Stelle nicht weiter erörtert werden.

§ 4. Außer den mechanischen und physikalischen Eigenschaften — Elastizität und Festigkeit, Dichte und Volumsveränderlichkeit — fanden manche andere Eigenschaften

vorübergehend in der Fachlitteratur, namentlich der Forstleute, Beachtung. Auch hierin gab ja Duhamel du Monceau ein leider nur zu wenig nachgeahmtes rühmliches Beispiel. Alles zusammengenommen, was, abgesehen von dem bereits hier erwähnten in der Entwickelung unseres speziellen Stoffes, vor dem Jahre 1850 erreicht wurde, verschwindet im Vergleiche zu der Bedeutung der Nördlinger'schen Leistung, weshalb wir gleich ohne weiteren Aufenthalt zu dieser übergehen.

Dr. H. Nördlinger, Professor der Forstwissenschaft und Oberförster zu Hohenheim, der Sohn eines hochgebildeten Forstmannes (Julius Nördlinger), Bruder des bekannten Eisenbahn-Ingenieurs Nördling, Freund des in Stuttgart und Tübingen wirkenden Professors Dr. Reusch, hatte eine umfassende naturwissenschaftliche Grundlage für seinen Beruf erhalten und in dieser selbst schon bedeutendes geleistet, als er erkannte, welche enorme Wichtigkeit eine genaue Kenntnis der Hölzer für den Forstmann und den holzverbrauchenden Techniker habe und beklagte, daß „Forstleute selten erfahren, welche Eigenschaften das von ihnen gelieferte Holz gezeigt habe, während Bauleute, Handwerker und Fabrikanten andrerseits an Hölzern Erfahrungen sammeln, zu deren Begründung ihnen der verbindende Faden, nämlich die Kenntnis der Herkunft der Bäume, abgehe. Jeder verfolge seinen Weg ohne den anderen." Im Jahre 1847 verwilligten dem Professor Nördlinger die Direktion der Hohenheimer Akademie und das Finanzministerium die Mittel zur Anstellung von Versuchen, welchen er sich mit bewunderungswürdigem Fleiße hingab. Reusch und der Assistent Häberle am polytechnischen Institute zu Stuttgart sowie eine große Zahl seiner Schüler unterstützten den begeisterten Forscher. Als Frucht seiner Studien erschien im Jahre 1860 das tonangebend gewordene Werk: „Die technischen Eigenschaften der Hölzer für Forst- und Baubeamte, Technologen und Gewerbetreibende".

In Beziehung auf die mechanischen Eigenschaften stützte sich Nördlinger auf die für sein Unternehmen rechtzeitig erschienene Monographie von Chevandier und Wertheim. Für alles andere war die gesamte Litteratur weniger maßgebend, und er selbst füllte mit wahrem Bienenfleiß die Lücken aus, die sich bei einer universellen Behandlung des Stoffes darboten.

Nördlinger bezog in sein Werk auch die Schilderung des „inneren Baues" der Hölzer ein, da er hoffte, aus demselben manche Eigenschaft und ihre Schwankungen ableiten oder erklären zu können. Außerdem behandelt Nördlinger Feinheit, Farbe, Glanz und Durchscheinen, Geruch, Wärmeleitungsfähigkeit, Fähigkeit des Holzes zu dunsten und Wasser oder Dunst einzusaugen, spezifisches Gewicht, Härte, Spaltbarkeit, Schwinden, Quellen, Sichwerfen, Federkraft, Biegsamkeit und Zähigkeit, Festigkeit, chemische Zusammensetzung, Brennkraft, natürliche Dauer und Fehler des Holzes. Diese Inhaltsangabe, ein reiches Durcheinander, zeigt, daß Nördlinger den Stoff weiter umfieng als irgend einer seiner Vorfahren. Die Bearbeitung manchen Abschnittes ward durchaus originell ohne irgend eine Vorarbeit anderer abgehandelt, z. B. die Spaltbarkeit. Ein unsäglicher Fleiß bekundete sich in der Revision der von anderen Fachleuten gewonnenen Daten und in der Umrechnung auf ein einheitliches Maß und Gewicht. Das Nördlinger'sche Buch muß heute noch, nach einem Vierteljahrhundert, von jedem zu Rate gezogen werden, der gewohnt ist, an der Quelle zu schöpfen. Von den seither erschienenen, mitunter sehr hübsch angeordneten kompilatorischen Abhandlungen über die technischen Eigenschaften der Hölzer fußt jede bis zu einem gewissen Grade auf Nördlinger, keine brachte quantitativ mehr an „neuem Material".

§ 5. Von den Publikationen des letzten Vierteljahrhunderts ist folgende kurzgefaßte Uebersicht zu geben.

Die Errichtung von mechanisch-technischen Laboratorien an technischen Lehr-Instituten und die Erbauung der Werder'schen Probiermaschine in der Klett'schen Maschinenbauanstalt in Nürnberg, welche vornehmlich zur Ermittlung der technischen Eigenschaften von Bau- und Konstruktions-Materialien zu dienen berufen waren, boten Gelegenheit zu neuen Studien

über die mechanischen Eigenschaften der Hölzer. Die Resultate werden bei der später zu liefernden Darstellung der heutigen Auffassung des Gegenstandes zu verwerten sein. An dieser Stelle sei nur erwähnt, wo und wie diese Arbeiten entstanden sind. Zuerst einige Worte von einem Vorläufer.

Das Science and Art Department of the Committee of Council on Education in London ließ im Jahre 1867 „Tables of the results of a series of experiments on the strength of british colonial and other woods“ drucken, deren Autor und Veranlasser der königliche Ingenieur-Kapitän Francis Fowke war. Dieser hatte schon während der Pariser internationalen Ausstellung vom Jahre 1855 Versuche mit Hölzern von den englischen Kolonialbesitzungen und anderer Provenienz durchgeführt, um deren Eigenschaften zu demonstrieren. Nach der internationalen Ausstellung zu London 1862 wurden die Versuche mit dem reichlich der Universal-Exposition zugeströmten Materiale und in vergrößertem Maßstabe, sowie mit vermehrter Sorgfalt vorgenommen. Die von Hayward Tyler u. Co. zur Verfügung gestellte hydraulische Presse war indessen nach unseren heutigen Vorstellungen ein sehr primitiver, in Beziehung auf die Bedürfnisse der Beobachtung unzureichender Apparat. In Intervallen von 1120 Pfund oder einer halben Tonne wurden die Formveränderungen an den Versuchshölzern in Tausendstel-Zollen gemessen. Diese Versuchshölzer waren 16 Zoll lang und maßen 2 Zoll engl. an der quadratischen Querschnittsseite, oder bildeten Würfel von 1 Zoll Seite. Untersucht wurde an beiläufig 3000 Versuchsstücken die relative und die rückwirkende Festigkeit, letztere im Sinne der Faser oder senkrecht zu derselben, ermittelt die Einwirkung der Belastungen auf die Form. Aus den Ergebnissen vergleichbarer Versuche wurden Mittelwerte gerechnet. Von den Hölzern waren meist nur der Vulgär- oder Lokalname, nur ausnahmsweise der botanische Name und die Provenienz bekannt. Folgerungen über den gesetzlichen Zusammenhang von Eigenschaften zog der Autor nicht. Die Riesenarbeit hat der Wissenschaft geringe Dienste geleistet.

Eine ähnliche Veranlassung wie die Fowke'sche Arbeit hatte die Arbeit des Professors an der k. k. technischen Hochschule in Wien Bergrat Karl v. Jenny, welcher über Antrag des königl. ungarischen Kommissärs für die forstliche Abteilung auf der Wiener Weltausstellung, Josef Wessely, dem bekannten Forstschriftsteller, von der ungarischen Regierung für Untersuchungen von Hölzern aus den Ländern der ungarischen Krone gewonnen worden war. Diese Untersuchungen wurden nach einem weitausblickenden Programme begonnen, und ein Teil der Resultate gelangte als selbständige Publikation (Untersuchungen über die Festigkeit der Hölzer aus den Ländern der ungarischen Krone, verfügt vom königl. ungarischen Finanzministerium, Budapest 1873. 1. Heft) in die Oeffentlichkeit. Jenny untersuchte die Druck-Elastizität und Festigkeit, die Scherfestigkeit parallel zur Faser und die Zug-Elastizität und Festigkeit von Hölzern, bei denen bekannt war: Provenienz, Bodenbeschaffenheit, Holzart und Jahrringbreite. Der Mitteilung der Resultate ist eine theoretische Betrachtung vorangestellt.

Infolge einer Anregung von seiten der k. k. forstlichen Versuchsleitung (Regierungsrat Prof. Dr. Arthur Frh. v. Seckendorff) in Wien veranstaltete der vormalige Assistent am deutschen Prager Polytechnikum (jetzt Gewerbeschul-Professor in Reichenberg) Karl Mikolaschek eine ansehnliche Reihe von Versuchen über die mechanische Beschaffenheit von in Böhmen erwachsenen Hölzern mit Hilfe der Gollner'schen Probiermaschine, der Lehrkanzel für Maschinenbau in Prag gehörig. Mikolaschek untersuchte vierzig Holzausschnitte, von denen meist 3 demselben Baume, unmittelbar über dem Stocke, eine gemessene Höhe über dem Stocke aus dem Stamme und einem Aste entnommen waren. Außer der Holzart, dem Alter und dem Durchmesser des Baumteiles war die Lage und Beschaffenheit des Standortes bekannt; ermittelt wurde die Elastizität und Festigkeit auf Zug und Druck im Sinne der Faserrichtung, Elastizität und Festigkeit bei Biegung und Torsion, endlich die

Abscherfestigkeit sowohl in der zur Faser parallelen als in einer darauf senkrechten Richtung. Gesetzmäßige Folgerungen wurden aus den Versuchsergebnissen nicht gezogen, die Resultate verdienen als zuverlässige Daten Beachtung. Die Arbeit ist im Heft 1. Band II der „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen“ und als Separatabdruck veröffentlicht im Jahre 1879.

Die Zahl der auf die mechanischen Eigenschaften der Hölzer Bezug habenden Untersuchungen und Abhandlungen mehrt sich nun in der periodischen Fachlitteratur von Tag zu Tag; es muß hier vorläufig darauf verzichtet werden, eine Uebersicht zu geben, da es sich doch jetzt zunächst nur um die Feststellung jener Momente handelt, welche für die Entwickelung des ganzen Faches eine weittragende Bedeutung haben. Dazu gehören aber nur noch zwei größere Studien, welche beide in das Jahr 1883 fallen.

1. Methoden und Resultate der Prüfung der schweiz. Bauhölzer, bearbeitet von L. Tetmajer, Ingenieur, Professor am schweiz. Polytechnikum, Zürich.

2. Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit von Fichten- und Kiefern-Bauhölzern (Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der königl. technischen Hochschule in München, IX. Heft) von J. Bauschinger, ord. Professor der technischen Mechanik und graphischen Statik, München.

ad 1. Das eidgenössische Festigkeits-Institut hat für die Gruppe der „Baumaterialien“ auf der schweiz. Landesausstellung eine sehr umfangreiche Untersuchung nach einem Programme durchgeführt, welches ein Kompromiß zwischen den bautechnischen und forstwirtschaftlichen Interessen darstellt und die Prof. Tetmajer und Landolt zu Verfassern hat. Im ganzen waren 31 Bauholzstämme zur Erprobung erstellt und zwar in der Weise, daß von jedem 22 Versuchsstücke vorgerichtet wurden. Diese dienten zur Ermittlung der Dichte und des Feuchtigkeitsgehaltes, dann der Elastizitäts- und Festigkeits-Verhältnisse bei Zug, Druck, Knickung, Abscherung und Biegung. Die Holzarten Tanne, Fichte, Föhre, Lärche, Eiche und Buche waren aus verschiedenen Höhenlagen repräsentiert und für jedes Individuum war mit Sorgfalt festgestellt: Geologie des Standortes, örtliche Lage und Höhe desselben über dem Meeresspiegel, Alter und Beschreibung des Aussehens des Holzes.

Tetmajer hat eine sehr bemerkenswerte Methode der Qualitätsbestimmung des Holzes in bautechnischer Richtung an der Hand der Arbeitskapazität der Biegungsfestigkeit in Vorschlag gebracht. Auch in Beziehung auf den Wert der Ziffern, welche die umfangreiche Studie lieferte, nimmt dieselbe einen ersten Rang ein.

ad 2. Bauschinger beabsichtigte ausschließlich Aufschluß über den Einfluß des Standortes und der Fällzeit auf die Elastizität und Festigkeit der wichtigsten Nadelbauhölzer zu gewinnen. Dabei wurde überaus rationell vorgegangen. Von vier Standorten wurden je vier Kiefern und Fichten im Alter von 90 bis 100 Jahren, welche unter ähnlichen Standortsverhältnissen vollkommen gesund und fehlerfrei erwachsen waren, ausgewählt und nach der „Anleitung zur Standorts- und Bestandesbeschreibung beim forstlichen Versuchswesen“ (abgedruckt und erläutert in Ganghofer's forstlichem Versuchswesen, Band I, Heft 1) geschildert. Je zwei der Stämme wurden von jedem Standort im Sommer (August 1881) und je zwei im folgenden Winter (Dezember und Januar) gefällt und unter bestimmten Modalitäten ans Münchener Laboratorium gesandt. Bauschinger unterwarf die Balken, welche verhältnismäßig große Abmessungen hatten, auf der Werder'schen Maschine den Versuchen auf Biegung (250 cm Spannweite), Zug, Druck, Abscherung. Außerdem wurde an einem speziell zu diesem Zwecke hergestellten Stammstücke eine Untersuchung über die Beziehung zwischen den mechanischen Eigenschaften (Elastizität und Festigkeit) und den physikalischen (Dichte und Feuchtigkeit) angestellt, um die obigen Versuchsergebnisse unter einander vergleichbar zu machen. Hierauf konnten die nötigen Korrektionen und Reduktionen vorgenommen und endlich die Resultate verglichen und bestimmte Folgerungen gezogen werden.

§ 6. In Beziehung auf die mechanischen (bei der Anwendung des Holzes im Bau- und Konstruktions- also allgemein im Ingenieur-Wesen Ausschlag gebenden) Eigenschaften liegt ein ungemein reiches, aber ebenso vielartiges und erst seit Chevandier und Wertheim heute noch berücksichtigungswertes Material an Forschungsergebnissen vor. Hier sind aber trotzdem erst die Wege gefunden und einzelne Beispiele gelungen, ein weites Feld ist der Forschung noch offen, — freilich erfordert sie bedeutenden Aufwand an psychischen und pekuniären Kräften und sollte, statt von den zufälligen Veranlassungen abhängig zu sein, durch ernste planmäßige Anordnungen geregelt werden.

Die Entwickelung der Erkenntnis von anderen Gruppen von Eigenschaften ist zwar natürlich eine ähnliche, aber das heute Errungene steht in mancher Beziehung von dem wünschenswerten Ziele noch weiter ab.

Der berühmte Technologe Karl Karmarsch, welcher bekanntlich die „beschreibende Technologie" zum Range einer Wissenschaft erhob, legte mit seinem epochemachenden Werke: Handbuch der mechanischen Technologie, 5 Auflagen, I. Auflage 1837, V. Auflage unter der Redaktion des Dresdener Professors Dr. E. Hartig, Hannover 1875, die Grundlage für die Erörterung aller technischen Eigenschaften, die zur Verarbeitung und Verwendung des Holzes in der Industrie in Relation stehen. Dabei treten die Elastizität und selbst die Festigkeit in den Hintergrund, und Dichte, Härte, Spaltbarkeit, namentlich aber die Volumsveränderlichkeit erhalten für die Gestaltgebung und die Erhaltung des beabsichtigten Gefüges Belang. Karmarsch hat selbst mancherlei Beobachtungen gemacht, sein Hauptverdienst besteht aber in der zusammenfassenden Darstellung aller zuverlässigen älteren und neueren Daten, welche ja nur für die mechanischen Eigenschaften von Chevandier und Wertheim gemacht worden war, und in der Einbeziehung jener Erfahrungen, die man bei der mechanischen, physikalischen und chemischen Behandlung der Hölzer auch in bezug auf ihre Eigenschaften gewonnen hatte. Seine Nachfolger Egbert Hoyer (Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie, S. 33—48, Wiesbaden 1878, Franz Stübchen-Kirchner (Karmarsch-Heerens technisches Wörterbuch, 3. Auflage ergänzt und bearbeitet von Friedrich Kick und Dr. W. Gintl, IV. Band, S. 359—384, Prag 1886), endlich Prof. A. Ledebur (Die Verarbeitung des Holzes auf mechanischem Wege, S. 11—31 und 45, 46, Braunschweig 1881) konnten wie Karmarsch in den späteren Auflagen seines Werkes schon die Arbeiten der Forstleute und Botaniker Nördlinger, Dr. Julius Wiesner, Dr. R. Hartig, Th. Hartig 2c. mit in ihre Darstellung einbeziehen [1]). Eine völlig moderne Auffassung der Rolle, welche die Eigenschaften in technologischer Richtung spielen, bekundet aber erst der letztgenannte Technologe (Ledebur) indem er zwischen Arbeits- und Gewerbseigenschaften unterscheidet.

Nebst den Vertretern der mechanischen Technik, dem Forstmanne Nördlinger und den Technologen ist aber weiters die Gruppe der Botaniker zu besprechen, welche sich speziell auf das Holz, dessen Anatomie, Physiologie, Histologie verlegten und dem Mikroskop zu neuen Erfolgen verhalfen.

Professor Dr. Julius Wiesner, welcher früher als Dozent für Warenkunde an der Wiener k. k. technischen Hochschule wirkte, gab diesem Fach neue Gestalt und neuen Inhalt auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Seine beiden Hauptwerke auf diesem Gebiete, „Einleitung in die technische Mikroskopie" Wien 1867 und „Die Rohstoffe des Pflanzenreichs" Leipzig 1873 behandeln das Holz vornehmlich vom Standpunkte der Anatomie aus. In dem letztgenannten Werke werden zum erstenmale in umfassender Weise die Unterscheidungsmerkmale der Holzarten und deren physikalische Eigenschaften zum großen Teile auf

---

1) Eine gute kompilatorische Arbeit über die Eigenschaften des Holzes, welche in technischen Kreisen viel benützt und zitiert wird, findet sich bei: Rudolph Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, 3. Auflage, Berlin 1880, I. Band S. 412.

des Autors selbständigen Untersuchungen fußend und die Verwendung der Hölzer festgestellt und manche landläufige Irrtümer aufgedeckt und bleibend beseitigt.

Dr. J. Moeller hatte sich schon durch seine ausgezeichneten „Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes“ (Denkschriften der math.-naturwissenschaftl. Klasse der kais. Akademie der Wissenschaften, Band XXXVI) und andere einschlägige Studien eine hervorragende Stellung als Fachmann erworben, bis er endlich die für die Technologie höchst wertvolle Monographie: Die Rohstoffe des Tischler- und Drechsler-Gewerbes, I. Teil, das Holz, Kassel 1883, veröffentlichte, in welcher er auch die dem Botaniker ferner liegenden Verhältnisse insbesondere die technischen Eigenschaften geschickt darstellte.

Es dürfte genügen, hier darauf hinzuweisen, daß Botaniker wie Böhm, R. und Th. Hartig, Hönel, Reinke, Roßmann, Unger, Sanio, Schacht, Weiß, Willkomm u. a. m. manchen Beitrag lieferten. Nördlinger beschenkte die Litteratur auch nach dem Erscheinen seines Hauptwerkes mit mancher Spezialstudie (z. B. der Holzring als Grundlage des Baumkörpers, Stuttgart 1872), R. Hartig untersuchte „das spez. Frisch- und Trockengewicht ꝛc., den Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes (Berlin 1874) und veröffentlichte 1885 (Berlin) die vortreffliche Monographie: „Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume; J. Sachs veröffentlichte eine beachtenswerte Untersuchung über die „Porosität des Holzes“ Würzburg 1877 u. s. w. u. s. w.

Um vollständig zu sein, muß noch auf jene litterarischen Produkte hingewiesen werden, die entweder den Bedürfnissen der Praxis unmittelbar entspringend oder der Popularisierung der Wissenschaft dienend, manches wertvolle Datum enthalten. Gerade nur um typische Beispiele anzuführen, nennen wir folgende Werke und Schriften, chronologisch geordnet:

Instruction sur les bois de marine et leur application aux constructions navales. Publiée par Ordre de S. Exc. le ministre secrétaire d'etat au département de la marine. Paris.

Holzhandel und Holzindustrie der Ostseeländer von Dr. G. Marchet und W. F. Exner. Weimar 1875.

Studien über das Rotbuchenholz von W. F. Exner. Wien 1875.

Les bois indigènes et étrangers, Physiologie — Culture — Production — Qualités — Industrie — Commerce. Par Adolphe E. Dupont et Bouquet de la Grye. Paris 1875.

Untersuchungen über den Einfluß der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Fichtenholzes, ausgeführt an der königl. sächs. forstlichen Versuchsstation zu Tharand und am königl. sächs. Polytechnikum zu Dresden, mitgeteilt von Dr. E. Hartig in Dresden, 1877.

Burkart's Sammlung der wichtigsten europäischen Nutzhölzer in charakteristischen Schnitten, herausgegeben vom Technologischen Gewerbe-Museum in Wien. Mit einem erläuternden Text. Brünn 1880.

Die Unterscheidungs-Merkmale der wichtigeren in Deutschland wachsenden Hölzer (Spezielle Xylotomie) von Dr. R. Hartig. München 1879.

Experimente über Gewichts- und Volumenerweiterung am Holze der jurassischen Waldbäume vom grünen Zustande bis zur Verkohlung ausgeführt 1877, erweitert und ergänzt 1883 zur Beschickung der schweizerischen Landesausstellung von J. A. Frey. Münster im Jura 1883.

Die industrielle Verwertung des Rotbuchenholzes, eine Denkschrift herausgegeben von einer Kommission, welche von dem österr.-ungar. Verein der Holzproduzenten, Holzhändler und Holzindustriellen und dem Technologischen Gewerbe-Museum eingesetzt wurde. Wien 1884.

§ 7. Mit dieser Uebersicht von Forschungen und Arbeiten, Darstellungen und Anregungen mannigfaltigster Art und aus den verschiedensten Veranlassungen entsprungen, ist wohl der Nachweis geliefert, daß auf unserem Gebiete mancherlei erreicht, viele Anknüpfungs-

punkte für weitere Bestrebungen erlangt wurden, daß wir uns aber doch erst am Anfange exakter Forschung befinden und daß namentlich die breite Basis fehlt, welche die Großartigkeit des Baues erheischt, die unerläßlich ist um zur befriedigenden Höhe der Erkenntnis zu führen. Am wenigsten ist noch in technologischer Hinsicht geschehen. Während Hartig in Dresden gelehrt hat, die Maschinen zur Bearbeitung des Holzes auf ihre Leistung zu erproben, ihren „Wirkungsgrad" zu ermitteln, hat es noch niemand versucht, die Arbeitseigenschaften des Holzes in solcher Weise ziffermäßig festzustellen, daß sie zur Vorausbestimmung des Arbeitsaufwandes dienen könnten. Von dem Zusammenhang dieser Eigenschaftsgrade mit den mechanischen und physikalischen Eigenschaften und mit dem Baue und der Chemie des Holzes war überhaupt noch nie die Rede.

Die vorliegende Abhandlung kann nun nicht den Zweck haben, die wissenschaftliche Bearbeitung des Stoffes selbst direkt zu fördern; es kann nur erwartet werden, daß die bisher gewonnenen Resultate in neuer Form übersichtlich und brauchbar für den gebildeten Fachmann zusammengestellt werden. Da eine Zusammenstellung überhaupt nicht existiert, welche nicht den Stempel der Einseitigkeit an der Stirne tragen würde, so ist die Aufgabe eine wichtige und dankenswerte.

---

§ 8. In Beziehung auf die Einteilung des Stoffes mögen folgende motivierende Bemerkungen noch hier in der Einleitung ihren Platz finden.

Die Erörterung des Baues des Holzkörpers, seiner Konstitution, seines Gefüges, seiner Struktur oder Textur, die chemische Zusammensetzung und die im Leben der Holzpflanze und den dasselbe bedingenden Umständen, gelegenen Voraussetzungen obiger Verhältnisse werden in der vorliegenden Abhandlung entfallen, da hiezu andere Fachleute berufen sind.

Die technischen Eigenschaften, welche als die natürliche Konsequenz des Baues und der Chemie des Holzes aufgefaßt werden müssen, werden in mechanische und physikalische (Chevandier und Wertheim, Bauschinger u. a.) oder in Arbeits- und Gewerbs-Eigenschaften (Ledebur u. a. m.) eingeteilt. Die letztere Einteilung hat einen Nachteil für die Behandlung des Stoffes, indem manche Eigenschaft wie die Härte einmal als Arbeits-Eigenschaft, d. i. eine auf die Formgebung Einfluß nehmende Beschaffenheit, ein andermal als Gewerbs-Eigenschaft, d. i. eine die Verwendbarkeit als Gewerbeprodukt bestimmende Beschaffenheit auftritt und daher der Platz dieser Eigenschaft im Systeme nicht ein fixer ist. Es soll daher von einer neuen Einteilung Gebrauch gemacht werden.

Die Eigenschaften zerfallen in drei Gruppen:

I. Aeußere Erscheinung. Eigenschaften, welche im unveränderten oder veränderten Bestande durch den Gesichts-, Geruchs- und Tastsinn wahrnehmbar sind.

II. Materieller Zustand. Dichte, Feuchtigkeitsgehalt, Veränderlichkeit desselben, Veränderlichkeit des Volumens, Folgen desselben.

III. Verhalten gegen von außen einwirkende Kräfte.
Gestaltsveränderung ohne Aufhebung des Zusammenhanges der Substanz. Elastizität, Biegsamkeit, Zähigkeit.
Gestaltsveränderung mit Aufhebung des Zusammenhanges. Festigkeit, Spaltbarkeit, Härte.

I. Aeußere Erscheinung.

Eigenschaften, welche im unveränderten oder veränderten Bestande des Holzes durch den Gesichts-, Geruchs- und Tastsinn wahrnehmbar sind.

1. Farbe des Holzes.

§ 9. Wir verstehen unter Farbe des Holzes den Farbton, sowohl seiner Art als seiner Tiefe nach, wie sich derselbe dem Auge darstellt, nachdem irgend eine Fläche am Holzkörper erzeugt worden ist. Man hat von dieser jedem Holze zukommenden Eigenschaft wohl zu unterscheiden den Fall, daß ein Farbstoff bei besonders reichem Vorkommen im Holze nicht nur demselben eine auffällige Farbe verleiht, sondern auch aus diesem Holz auf verschiedenem Wege gewonnen und zu Zwecken der Färberei benützt werden kann[2]).

Die Farbe des Holzes stellt nicht nur eine wichtige Gewerbs-Eigenschaft dar, wenn das Holz ohne weitere künstliche Veränderung der Farbe in dem Produkte zum Vorschein kommt, sondern die Farbe hat auch eine allerdings beschränkte symptomatische Bedeutung für die Qualität des Holzes nach bestimmten Richtungen.

In ersterer Hinsicht ist etwa folgendes zu bemerken: Das Holz hat sehr häufig durch seine Farbe einen erhöhten Verbrauchswert, namentlich für jene Gewerbe, in welchen nebst der Form des Produktes auch die Farbe der Oberfläche eine Wichtigkeit hat, wie bei allen Kunstgewerben. In der Möbeltischlerei ist selbstverständlich die beabsichtigte Farbe der Oberfläche mit entscheidend für die Wahl der zu verwendenden Holzart. Das Mahagoniholz, das Ebenholz, das Nußholz, verschiedene Obstbaumhölzer, wie Birne, Kirsche, Apfel, Pflaume u. s. w. spielen in der Möbelerzeugung, abgesehen von anderen Eigenschaften, durch ihre Farbe eine hervorragende Rolle. Von gewissen Artikeln der Kücheneinrichtung verlangt man, daß sie ein möglichst helles Weiß zeigen und bei der Verwendung beibehalten. Dies ist ein Grund der Bevorzugung des Ahornholzes bei verschiedenen Gegenständen des Kücheninventars.

Die Mosaik-Arbeit beruht bei allen Rohstoffen auf der Verschiedenheit der Farbe der einzelnen Bestandteile, welche zu einem polychromen Bilde zusammengesetzt werden. Die verschiedenfarbigen Hölzer bilden auf diese Art die Grundlage eines speziellen Kunstgewerbes, der sogenannten „eingelegten Arbeit", der Intarsia. Es ist daher die Farbe des Holzes die Vorbedingung für die kunstindustrielle Verwendung des Holzes in der gedachten Richtung.

Die Zusammensetzung des Holzes mit anderen, durch eine gewisse Farbe oder einen bestimmten Glanz ausgezeichneten Rohstoffen, wie z. B. Perlmutter, Schildkrot, Elfenbein, Zinn und Zink, Messing ꝛc., wie dies in der äußersten Kompliziertheit bei der sogenannten „Boule"-Arbeit vorkommt, setzt für jene Hölzer, welche in diese Verbindung eintreten, wieder bestimmte, namentlich dunkle Farbtöne voraus.

Da die Hölzer nicht immer von Natur aus in den gewünschten Farbtönen erscheinen, so werden häufig technische Verfahrungsweisen zu Hilfe genommen, um die natürliche Farbenwirkung des Holzes zu erhöhen oder vollständig zu verändern, wie dies durch das Beizen, Färben an der Oberfläche oder durch Dämpfen und Imprägnieren durch den ganzen Bestand des Holzstückes hindurch erreicht wird.

---

2) Solche an Farbstoffen sehr reiche Hölzer sind beispielsweise: Die Rothölzer (Fernambuk, Sappan, Brasilienholz), welche sämtlich von Cäsalpinia-Arten stammen; das Blau- oder Campecheholz (Haematoxylon campechianum); das rote Sandel- oder Caliaturholz (Pterocarpus santalinus); der Färbermaulbeerbaum (Maclura aurantiaca); der Perückenbaum (Rhus cotinus); das Wurzelholz des Sauerdorns (Berberis vulgaris) u. s. w. Vergl. Dr. Josef Moeller, „Die Rohstoffe des Tischler- und Drechsler-Gewerbes", I. Teil, Seite 49 u. ff., Kassel 1883 und Dr Gustav Adolf Weiß, Allgemeine Botanik I. Band, Seite 137 u. ff., Wien 1878.

In Beziehung auf die Bedeutung der Farbe als Kennzeichen für die Beschaffenheit des Holzes hat man zu unterscheiden: 1) die Farbe des frisch gefällten Holzes von jener, welche etwas später erscheint und von jener, welche sich schließlich am vollständig trockenen Holze zeigt; 2) hat man zu beobachten den Unterschied zwischen der Farbe des Splint- und Kernholzes an sich und in den sub 1 bezeichneten Fällen.

Als Kennzeichen für die Holzart, also zur Entscheidung der Provenienz des Holzes hat die Farbe fast gar keinen Wert; so zeigt das Holz der Koniferen hinsichtlich der Farbe nur geringe Verschiedenheiten. Es ist weiß mit einem schwachen gelblichen oder rötlichen Schimmer. Das hie und da sich bildende Kernholz ist braun bis rotbraun gefärbt. Gerade bei den nahe verwandten Arten sind die Farben-Nüancen diagnostisch nicht zu verwerten. Sie lassen häufig den geübtesten Praktiker im Stiche.

Wenn wir doch eine Uebersicht der verschiedenen Farben der Hölzer im trockenen Zustande hier geben, so will damit keineswegs ein besonders wertvolles Material geboten werden.

Gelb: Fisettholz, Perückenstrauch;
braun: Eiche, Nuß, Mandel, Esche, Tulpenbaum, Ulme, Vogelbeere;
graubraun: Trompetenbaum, Ailanthus, Edelkastanie, Zürgel;
gelbbraun: Maulbeerbaum, Pappel, Hartriegel, Kirsche, Robinia;
rotbraun: Eibe, Lärche, Föhre, Pflaume, Mahagoni, Cornelkirsche, Apfel (hell), Elsbeere;
schwarzbraun: Eisenholz von Casuarina, braunes Ebenholz, Palisander, Teak, Granadille;
schwarz: Ebenholz;
rot: Virginischer Wachholder, Amarant von Machärium, Rosenholz von Physocalymna;
gelbrot: Fernambuk, Sauerdorn, Gleditschia, Gymnocladus, Gelbholz, Goldregen;
ziegelrot: Sappan. Bruyère (hell);
blutrot: Sandelholz von Pterocarpus;
rotviolett: Campecheholz;
grün: Guajak, grünes Ebenholz, Veilchenholz, Cocus [3]).

Von verschiedenen mit der Farbe des Holzes zusammenhängenden Beobachtungen und Ansichten wollen wir hier Notiz nehmen, um die Bedeutung der Farbe als technische Eigenschaft zu markieren.

Nördlinger behauptet beiläufig folgendes: „Wenn die Witterung nach dem Holzschlage regnerisch, die Luft sehr feucht ist, wie in milden Wintern oder im Spätherbste, so behält der Schrot der Bäume die natürliche Farbe des nassen Holzes oft längere Zeit. Ist dagegen die Luft sehr trocken, wie gewöhnlich im Frühling, so nimmt das gehauene Holz in kurzer Zeit die Trockenfarbe an und zwar Kern- und Reifholz früher, als der seine Nässe immer noch aus dem Stamme ziehende Splint. Je heller dieser anfänglich war, um so dunkler kann er in der Folge werden, wenn er ohne oberflächliche rasche Austrocknung allmählich vielen Saft und damit auch sich umsetzende Farbstoffe an die Oberfläche geführt hat.

Gesägte Holzflächen dagegen bekommen wegen ihres faserigen Ueberzuges schnell ein sich nachher längere Zeit gleichbleibendes äußeres Aussehen.

Die eigentümliche Farbe des grünen Holzes bildet sich häufig erst an der Luft aus. So die des Erlenholzes, das auf dem frischen Schrot nur fleischrot aussieht, nach ½ Stunde aber stark gelbrot wird, und das jüngere, saftreichere Holz mehr als das ältere. Gefrorene Erlenspachen fangen erst an rot zu werden, wenn sie aufthauen und der Luft zugänglich werden. Eschenholz nimmt auf der Hirnseite eine leicht violette, Zürgelbaum eine graue Färbung an. Das grünliche Stechpalmenholz dagegen wird schön grünblau.

Mit dem Austrocknen des Holzes verbleicht häufig wieder ein Teil der Grünholzfarbe. An einem Würfel aus grünem Erlenholze entfärben sich daher zuerst die Kanten, an einem Rundholze zuerst das weichere Frühlingsholz der Jahresringe. An einem viel-

3) Vergl. Dr. Josef Moeller, „Die Rohstoffe des Tischler- und Drechslergewerbes" I. Teil, Seite 72, Kassel 1883 und Dr. Gustav Adolf Weiß a. a. O. S. 448, ferner Dr. J. Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Leipzig 1873.

förmigen Holzstücke, an dessen einer Breitseite die Mitte lag, verlor sich die Farbe frühe auf der entgegengesetzten Seite.

Auf gutem, geeignetem Boden, im freien Stand kräftig erwachsenes Holz hat grün und trocken frischere, lebhaftere Färbung, als im Schluß oder auf zu nassem Boden erwachsenes. Die Tischler behaupten, die Färbung sei bei Kirschbäumen zur Zeit der Blüte am stärksten, was dahin gestellt bleiben mag.

Besonders auch ist bei Eichenholz die Gleichförmigkeit der Farbe ein gutes Kennzeichen. Nicht bloß die ganze Fläche des Kernholzes soll dieselbe Färbung haben, sondern auch die einzelnen Jahresringe. Dies ist vorzugsweise der Fall, wenn der Porenring nur aus sparsamen, zerstreuten Poren besteht. Ist er breit und weit- und vielporig, so pflanzt sich die Porosität noch über einen Teil des festen Ringes fort, wodurch, zumal infolge der beginnenden Austrocknung, konzentrisch verschiedene Färbung, Ringstreifung entsteht."

Diese Angelegenheit hat einen wesentlichen Einfluß auf den Verwendungswert des Eichenholzes für die Marine und ist sogar in der offiziellen, von dem Staatssekretär des Marine-Departements in Frankreich herausgegebenen Verordnung: „Instruction sur les bois de marine et leur application aux constructions navales" (Paris, Arthur Bertrand) zum Ausdrucke gelangt. Man unterscheidet nämlich nach dieser Verordnung jenes Eichenholz, welches auf der frischen Schnittfläche eine strohgelbe Farbe besitzt, das bois maigre, von jenem Eichenholze, dessen Farbe blaß oder braun bis rotbraun ist und bois gras genannt wird. Von dem ersteren wird behauptet, daß es erfahrungsgemäß viel mehr unter den atmosphärischen Einflüssen leidet, also in hohem Grade geneigt ist, zu schwinden, zu quellen, sich zu werfen und zu reißen, daß es aber trotzdem das geeignetste Holz für das gesamte Rippenwerk des Schiffes bilde, hingegen zeige das bois gras bei großer Sprödigkeit eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen Temperatur- und Feuchtigkeits-Aenderungen und es ist daher dieses Holz für Parquetten-, Tischler-Arbeit und für die Schiffsverkleidung besser zu verwenden.

Die Grünholzfarbe des Eichenkernes soll nach den dänisch-preußischen Marinesatzungen (Häring, Zusammenstellung der Kennzeichen 1853, Seite 6) weißlichgelb, bräunlichgelb, rötlichgelb sein, alle drei häufig mit einem Stich in's Graue. Die weißlichgelbe werde, sagt man, später mehr und mehr strohfarbig oder sandgrau, die bräunlichgelbe grünbraun, die rötlichgelbe schmutzig- oder staubiggelbbraun. Von entschieden geringerer Qualität seien die Eichen von brauner Grünholz-Farbe, diese teils von der wirklichen Färbung der Holzmasse, teils von den dunkel erscheinenden starken Porenkreisen abzuleiten und verbunden mit sehr engen, porenreichen Jahresringen; als häufigste Farbe die dritte, die schlechteste Beschaffenheit von Eichenholz bezeichnend. Auch eine bläulichrote (Lila-) Farbe kann vorkommen und ist in Verbindung mit sehr breiten Jahresringen ein schlimmes, „Brauschheit" verratendes Zeichen, wofür allerdings auch der Umstand spricht, daß dieses Holz nach Häring sehr wenig eingewachsene und abgestorbene Aeste zeigt. Bläulichrotes oder rotblaues Eichenholz mit schmalen Jahresringen wäre das schlechteste, brüchigste Eichenholz. Nach demselben würde die Lilafarbe am Längsholz öfters einen mehr bräunlichen, oft auch ganz hellgelben und weißen Ton annehmen.

Man sieht aus diesen sowohl in Frankreich als auch in Deutschland herrschenden Ansichten über die Konnexität der Farbe mit der wahrscheinlichen Qualität des Eichenholzes, welche Wichtigkeit die Farbe für den Verkaufswert des Holzes besitzt. Schon Duhamel gibt an, daß das strohgelbe Eichenholz der Provence sehr hoch geschätzt wurde, während der bekannte Forstmann Pfeil die, eigentlich denselben Sinn habende, Bemerkung macht, daß eine rote oder weiße Streifung des Eichenholzes, wenn sie sich beim Austrocknen des Hirnholzes an der Sonne nicht verliere, ein schlimmes Zeichen sei und daß solches Holz von den Schiffsbauern ausgeschieden werde. Nachdem übrigens nach den Erfahrungen

verschiedener Fachleute auch dunkel, z. B. bläulichrot gefärbte Eichenhölzer eine sehr gute Qualität haben können, so dürfte die Farbe des Eichenholzes nur für bestimmte Standorte von entscheidender Bedeutung sein.

Nördlinger macht weiters folgende beachtenswerte Bemerkungen:

„Auch die Farbe des Eichenholzes wechselt stark beim Austrocknen. Die ringförmige Streifung bei Hölzern von ungleichem Bau der Jahreslagen verschwindet. Braunes Eichenholz, vor Regen geschützt, wird heller und sieht sich vorteilhafter an, helles, wenn es Wind und Wetter ausgesetzt liegt, dunkler, zumal schwammiges, sehr poröses; der Splint oft ganz schwarz. Geflößtes wird dunkler und unscheinbarer in der Farbe, auch gleichförmiger, und sein Splint öfters braun wie junger Kern.

Es ist deshalb in bezug auf die Farbe immer von Wert, schon im Schlag oder kurz nachher die Hölzer zu untersuchen. Ist dies nicht möglich, so legt man allerdings noch nach Monaten, zumal bei Stämmen in der Rinde, durch Absägen einer dicken Scheibe die ursprüngliche Farbe wieder einigermaßen bloß. Es geschieht solches aber wegen des Holzverlustes nicht immer gern und hilft bei Hölzern nichts, die schon Jahre lang der Witterung ausgesetzt waren.

Nach Häring hat bei Eichen das geebnete Stammende in der Regel ein dunkleres Ansehen, als das geebnete Zopfende. Die Richtigkeit der Thatsache vorausgesetzt, müssen wir den Grund in intensiverer Färbung des Kernes am Fuße des Baumes suchen, oder in einem gewissen Grade von Abgestandensein, denn der größeren Porosität des Zopfholzes nach sollte eher dieses dunkler sein."

Aus den hier vorangestellten Mitteilungen erhellt, daß die Praktiker der Farbe des Holzes im grünen und trockenen Zustande einen großen, vielleicht zu großen Wert beilegen. Von technischer Wichtigkeit ist indessen sicherlich der schon früher erwähnte Unterschied in der Farbe von Kern und Splint des Holzes. Bei genauerer Untersuchung findet man nicht selten, daß das zwischen Splint und Kernholz liegende Reifholz nicht erheblich dunkler als der Splint, aber fast so trocken als der Kern erscheint. Mitunter verwandelt sich der Splint bloß in Reifholz, dieses aber nicht in Kernholz. Da die Ausbildung dieser Schichten bekanntlich keineswegs zufällig, sondern für die Holzart charakteristisch ist, so unterscheidet man ja Splintbäume, Reifholzbäume, Kernbäume und Reifholzkernbäume. Diese Unterscheidung kann namentlich bei den Kernbäumen durch die Differenz in der Farbe von Splint und Kern ein wichtiges Hilfsmittel für die Erkennung der Holzart sein und spielt sogar in der Industrie eine Rolle. Eibe, Wachholder und Zeder, die zu den Kernbäumen gehören, einen sehr lichten Splint und einen an denselben unmittelbar angrenzenden, schön braunrot gefärbten Kern besitzen, gestatten eine derartige Verarbeitung, daß an dem fertigen Objekte hervorragende Partieen dem lichten Splint, tiefer gelegene dem dunklen Kern angehören; es ist dies das der Camée zu Grunde liegende Prinzip. Ein Erzeugnis dieser Art, welches sehr beliebt ist und vielfach erzeugt wird, bilden Eßbestecke — will sagen Gabel und Löffel — mit reicher ornamentaler Verzierung des Handgriffes, wie solche namentlich im Berner Oberlande aus Eiben- und Wachholderholz erzeugt werden. Manschetten- und Rockknöpfe, Eierbecher, Zahnstocher, Serviettenringe und ähnliche Gegenstände werden überaus häufig aus den genannten Holzarten unter geschickter Benutzung der Verschiedenfarbigkeit von Splint- und Kernholz erzeugt.

Hier muß auch des ganz speziellen und charakteristischen Falles gedacht werden, der beim Zürbenholz vorkommt. Die kastanienbraunen, an den Schnittflächen wachsartig erglänzenden Astknoten, die bei dem Zürbenholze überaus häufig im Innern der Stämme vorkommen, fallen aus den Brettern oder aus sonstigen Objekten nicht heraus, wie dies bei anderen Nadelhölzern der Fall ist. Diese dunkelbraunen Flecken treten häufig recht zahlreich auf, verteilen sich über die Oberfläche der Gegenstände mehr oder minder regelmäßig, verleihen dem Holze einen eigentümlichen Reiz und dadurch auch einen erhöhten Wert.

Bei manchen Hölzern ist der Abstand zwischen der Farbe des Splint- und jener des Kernholzes ein sehr großer und gleichzeitig auch die Verschiedenheit anderer Eigenschaften eine sehr bedeutende; so z. B. beim Ebenholz und beim Guajakholz. Bei diesen beiden Hölzern ist der Splint nahezu weiß, etwa von der Farbe des Elfenbeins, der Kern hingegen bei ersterem schwarz, bei letzterem dunkelgrünlichbraun. Der Splint dieser beiden

Bäume hat für die technische Verwendung geringen Wert, während das Kernholz sehr geschätzt wird. Da außerdem das Splintholz sich von dem Kernholz leicht absplittert, muß bei technischen Verwendungen dieser Hölzer dafür Sorge getragen werden, daß der Splint vollständig beseitigt wird. Hier ist also die Farbe des Holzes ein Wegweiser bei der technischen Verarbeitung desselben. Ein ganz eklatantes Beispiel bietet in dieser Hinsicht die Verwendung des Guajakholzes zu Kegelkugeln. Das Kernholz ist ungemein hart, widerstandsfähig gegen jede Art von Abnützung, von dichtem Stoffe und hohem Gewichte. Diese Vorzüge werden zum Teil der im Kernholze enthaltenen, verhältnismäßig großen Menge des sogenannten Guajak-Harzes zugeschrieben. Eine aus diesem Materiale hergestellte Kegelkugel darf keinerlei Splint enthalten. Im entgegengesetzten Falle plattet sich die Splintstelle der Kugel rasch ab, d. h. die Kugel wird unrund und schließlich unbrauchbar.

Im allgemeinen ist der Unterschied zwischen der Splint- und Kernholzfarbe bei den Hölzern, die in heißen Klimaten heimisch sind, hervorstechender als bei den Holzgewächsen der gemäßigten Zone. Das Kernholz der Tropenhölzer zeigt oft eine warme, satte, mitunter tiefdunkle Färbung.

Von der den Hölzern im gesunden Zustande eigentümlichen Farbe sind jene Färbungen zu unterscheiden, welche die Hölzer infolge von Krankheitserscheinungen annehmen. So tritt bei manchen Hölzern in der Nähe des Markes in kleinen Flecken, beim Ahornholze Strahlenrissen entlang, bei der Ulme gleichfalls in Strahlenrissen oder an der Peripherie des Kernholzes, dann beim Pflaumenbaum im Kerne ringförmig eine kupfergrüne, oft sehr dunkle Färbung ein, welche wohl als die Folge eines Zersetzungsprozesses zu betrachten sein dürfte. Von Wundstellen sickert mitunter ein dunkel gefärbtes Zersetzungsprodukt am Baumstamme abwärts und erzeugt an den tiefer gelegenen Stellen des Baumes eine dunklere Färbung, die sogenannte „falsche Kernbildung". Diese anormalen Färbungen müssen nicht mit einer Verringerung der Qualität des Holzes in sonstiger Beziehung Hand in Hand gehen.

Wir gelangen mit dieser Bemerkung zur Angelegenheit der Farben-Veränderung. Fast alle Hölzer dunkeln unter dem Einflusse der Atmosphärilien und des Sonnenlichtes nach. Auch nahezu weiße Koniferenhölzer nehmen, dem Lichte ausgesetzt, eine stets satter werdende gelbe Färbung an, eine Erscheinung, welche sogar bei dem größere Mengen „Holzschliff" enthaltenden Papiere auftritt. Das unmittelbar nach der Erzeugung im gebleichten Zustande völlig weiße Papier wird mit der Zeit gelb bis lichtbraun. Aber auch warme Töne, welche das Kernholz gewisser Bäume zeigt, wie Lärche und Mahagoni, dunkeln bedeutend nach. Mahagoniholz, welches im frischgeschnittenen Zustande warm rot erscheint, wird mit der Zeit kastanienbraun, manchmal düster schwarzbraun [4]).

Eine besonders auffällige Veränderung der Farbe unter dem Einflusse von Licht und Luft zeigt das Amaranthholz, welches an frisch bloßgelegten Stellen graubraun mit einem bläulichen Schimmer erscheint, aber, längere Zeit hindurch in lichten Räumen aufbewahrt, dunkel blauviolett wird. Dieser Eigenschaft verdankt auch das Holz den Namen Luftholz.

Diese Erscheinungen der Farbenveränderung sind von den Pflanzen-Physiologen noch nicht aufgeklärt worden; dagegen sind zwei technisch wohl weniger interessante, aber doch sehr auffällige Erscheinungen in der Veränderung der Farbe durch eine Untersuchung Wiesner's in hinreichender Weise aufgeklärt worden. Es sind dies: das Grauwerden der Dachschindeln und das Auftreten einer tief rotbraunen Färbung, ähnlich der gebrannten Siena, bei dem Nadelholze an der Außenseite von Gebäuden in solchen Gegenden, welche reich an Niederschlägen sind, so insbesondere in unseren Alpenländern in der Nähe von Gebirgsseen u. s. w. Dieses Braunwerden der Hölzer gibt den Gebäuden ein überaus

4) Dingler's polytechnisches Journal Band CII, Seite 198.

malerisches Aussehen, hat aber selbstverständlich keine technische Wichtigkeit. Dagegen sind jene Farbenveränderungen, welche gleichzeitig mit gewissen Krankheitserscheinungen auftreten, von großer Tragweite; so z. B. die Weißfäule und die Rotfäule. Hieher gehört wohl auch die seltener beobachtete sogenannte Grünfäule, eine spangrüne Vermoderung, die bei Birken-, Buchen- und Eichenholz auftritt. Selbstverständlich ist derartig infolge eines Fäulnisprozesses verändertes Holz von jeder technischen Verwendung ausgeschlossen. Solange ein solcher Krankheitsprozeß nur an der Oberfläche des Holzes auftritt, bildet derselbe für die gewerbliche Verwertung wohl kein Hindernis, doch kann er den Marktpreis des Holzes wohl beeinflussen.

Bis nun haben wir nur von der natürlichen Farbe des Holzes gesprochen. Zufällige oder beabsichtigte Veränderungen der Farbe auf künstlichem Wege gehören nicht in den Rahmen dieser Abhandlung; doch sollen ihnen einige Worte gewidmet werden.

Gerbsäurehaltige Hölzer, im grünen Zustande mit Werkzeugen aus Schmiedeeisen oder Stahl bearbeitet, zeigen dunkelbraune bis schwarze Streifen, wie dies z. B. oft an den Schnittflächen der Eichenholz-Sortimente beobachtet wird. Eichenholz, welches sehr lange auf der Sohle von fließenden oder dem Grunde stehender Gewässer gelegen ist, nimmt von selbst eine blauschwarze oder grauschwarze Färbung an und bleibt dabei zu technischen Zwecken vorzüglich geeignet. Solches Eichenholz heißt Wasser-Eichenholz und bildet ein vortreffliches Material für den Möbelbau.

Erzeugnisse aus weißem Holze, welche besonders auffällig aussehen sollen, werden mitunter gebleicht oder mit weißen pulverigen Substanzen (Schwefel) geschüttelt, wie z. B. die aus Ahorn- oder Birkenholz hergestellten Schuhstiften. Dabei handelt es sich nur um eine vorübergehende Verstärkung des Effektes der natürlichen Farbe.

Ganz etwas anderes ist das künstliche Färben des Holzes, welches entweder bloß von der Oberfläche her auf eine verhältnismäßig geringe Tiefe eindringend oder die ganze Masse des Holzes durchsetzend bewerkstelligt wird. Ueber das oberflächliche Färben oder Beizen, wozu man häufig die aus anderen Hölzern gewonnenen Farbstoffe verwendet, wollen wir uns hier nicht weiter verbreiten. Es muß jedoch erwähnt werden, daß die anatomische Beschaffenheit und die chemische Zusammensetzung der Hölzer die Eignung derselben so sehr beeinflussen wie ihre natürliche, man könnte sagen die Grundfarbe. So ist es kein Zufall, daß sich zum Schwarzbeizen ganz besonders gut das Birnholz eignet, welches sich schwarz gebeizt sowohl massiv als auch insbesondere in der Form von Fournieren zum Ersatze von Ebenholz eignet. Zur Erzielung von matten und zarten Farbtönen durch Beizen qualifizieren sich am besten Ahorn, Weißbuche und Linde.

Für die Kenntnis der Natur des Holzes in anatomischer und physiologischer Beziehung interessanter sind jene Verfahren, durch welche dem Holze seiner ganzen Masse nach eine fremde Farbe aufgenötigt wird. In neuester Zeit erregten in dieser Richtung ein gewisses Aufsehen die Verfahren von Augustin Delmas in Bordeaux[5]), das Holzimprägnierungs-Verfahren von J. B. Blythe in Bordeaux und Wien[6]), dann das Verfahren von G. A. Onken in Hamburg[7]).

Noch weit wichtiger scheint uns die erst kürzlich wieder die Aufmerksamkeit der technischen Kreise erregende Methode der Behandlung des Rotbuchenholzes mit gewöhnlichem Dampfe. Das Dämpfen des Rotbuchenholzes bewirkt eine auffallende Verringerung des Grades jener Eigenschaften, die der industriellen Verwertung des Rotbuchenholzes in vielen Fällen hindernd im Wege gestanden. Gleichzeitig erhält aber das Rotbuchenholz durch das

5) „Die mechanische Holzbearbeitung, deren Hilfsmittel und Erzeugnisse“, Bericht von W. F. Exner und G. Lauboeck über die Welt-Ausstellung in Paris 1878; Wien 1879, 2. Heft, S. 57.
6) W. F. Exner und G. Lauboeck, Pariser Ausstellungsbericht a. a. O. S. 59.
7) „Zentralblatt für das gesamte Forstwesen“, V. Jahrg. 1879, S. 613.

Dämpfen eine fleischrote bis rotbraune Farbe, welche auffallend an die Farbe der verschiedenen Arten des Mahagoniholzes erinnert. Es ist nicht unmöglich, daß durch diese Behandlung des Rotbuchenholzes jener große, dermalen für die Industrie nicht verwertbare Vorrat an Rotbuchenholz in Mitteleuropa einer gewerblichen Benützung zugeführt und dadurch diesen Beständen eine bessere Ausnützung gegeben werde. Auch diese, durch das Dämpfen des Rotbuchenholzes herbeigeführte Farbenveränderung harrt noch der Erklärung von seiten der Chemiker und Xylotomen [8]).

Weiter oben wurde erwähnt, daß zur künstlichen Färbung des Holzes auch die aus den eigentlichen Farbhölzern gewonnenen Farbstoffe benutzt werden. Es sei hier noch die Ergänzung gestattet, daß auch Dekokte oder die beim Dämpfen verschiedener Hölzer sich bildenden Jauchen eine Verwertung zum Färben des Holzes zulassen. Ein solcher Rückstand bei der Behandlung der sogenannten Zedernhölzer wird dazu benützt, um ordinäre inländische Weichhölzer, die zum Fassen der Bleistifte dienen, wie z. B. das Erlenholz, der Farbe und dem Geruche nach dem Zedernholze ähnlicher zu machen.

Wir entnehmen dem „Zentralblatte für das gesamte Forstwesen", VI. Jahrg., 1880 (S. 327) die noch wenig bekannte Notiz, daß man aus dem Pappelholze oder aus dem Stamme der Erica (Besenhaide, Calluna vulgaris) durch Erhitzen mit einer Alaunlösung eine schöne, hellgelbe Flüssigkeit erhält, die durch weitere Filtration rc. eine dem Wau ähnliche prächtige goldgelbe Färbung annimmt. Die neue Farbe heißt Ericine. Durch Behandeln mit Eichenrinde wird diese Farbe chamois oder nußbraun und soll sich als Holzbeize gut verwenden lassen.

Damit haben wir uns aber schon sehr dem Gebiete der Holzfärberei genähert, welches uns doch hier zu fern abliegt, da es schon der Technologie im engeren Sinne des Wortes angehört.

2. Glanz des Holzes.

§ 10. Wie jede mehr oder minder glatte Fläche das auffallende Licht reflektiert und dadurch jene Erscheinung zeigt, welche man gemeinhin den **Glanz** oder das **Spiegeln** nennt, so erscheint auch bei Hölzern der Glanz oder das Spiegeln, wenn man Flächen, seien sie nun eben oder gekrümmt, durch eine entsprechende Bearbeitung möglichst glättet. Nicht zu verwechseln damit sind jene Erscheinungen, welche durch das **Ueberziehen** der Holzfläche mit einer glänzenden, wenn auch noch so dünnen Schicht, z. B. mit Politur, hervorrufen kann. Wenn man aber vom Glanze des Holzes spricht, so meint man damit gewöhnlich nicht jene optische Wirkung, die erst durch eine vorangehende mehr oder minder sorgfältige Bearbeitung erzielt werden kann, sondern man versteht unter dem Glanze oder dem Spiegeln des Holzes gewöhnlich die auf den **Spaltflächen**, selbst wenn sie durchaus nicht vollkommen eben sind, hervortretenden Reflex-Erscheinungen. Namentlich ist es die radiale Spaltfläche, auf welcher die Markstrahlen oder Spiegel ihrer Längenausdehnung nach zum Vorscheine kommen, die bei manchen Holzarten einen hohen Glanz zeigen; man nennt deshalb diese Flächen auch **Spiegelflächen**, das nach Spiegelflächen ausgeformte Holz Spaltholz, Spiegelholz. (Die französische Bezeichnuug der Markstrahlen, Spiegel: „miroir" stammt offenbar davon her, daß die vertikale Wandfläche der Markstrahlen eben den Glanz der Holzfläche erhöht. Auch der Ausdruck **Markstrahlen** rührt vielleicht nebst der strahlenförmigen Richtung, in der sie vom Mittelpunkte des Stammes aus verlaufen, von dieser Eigentümlichkeit her [9]). — Bekanntlich zeichnen sich die Spaltflächen des Ahorn-

8) Vergl. „Mitteilungen des Technologischen Gewerbe-Museums, Sektion für Holzindustrie" VII. Jahrgang 1886. No. 75.

9) Ueber die Natur der Markstrahlen vergl. Dr. **Theodor Hartig**, Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen, Berlin 1878 (S. 168 u. ff.) und Dr. **J. Reinke**, Lehrbuch der allgemeinen Botanik mit Einschluß der Pflanzen-Physiologie, Berlin 1880 (S. 268 u. ff.).

holzes durch hohen Glanz aus. Ebenso die Radialschnitte des Hollunders, der auf der Hirnseite mattbraun erscheint.

Die Markstrahlen machen ihrem Namen wenig Ehre, ja sie verleugnen sogar die Herkunft der Bezeichnung Spiegel in manchen Fällen, indem sie zuweilen den dem Holze an sich zukommenden Glanz vermindern oder ermäßigen, wie bei der Aspe und einigen anderen Pappeln, verschiedenen Pyrus-Arten u. s. w.

Wenn die Markstrahlen als verhältnismäßig große Körper auf der Spaltfläche des Holzes erscheinen, so glänzen sie für sich, und es ist dann nicht die ganze Spaltfläche, welche spiegelartig das Licht reflektiert, es sind vielmehr dem freien Auge sehr auffällig nur die platten Seiten der Markstrahlen, welche spiegeln oder glänzen. Ein prägnantes Beispiel hiefür bildet die Rotbuche, auf deren radialen Spaltflächen die Spiegel als braune Streifen erscheinen, die bei unter einem gewissen Winkel einfallendem Lichte hohen Glanz zeigen, eine Erscheinung, welche sogar als ein Kennzeichen des Rotbuchenholzes aufgefaßt werden kann.

Bei gewissen Hölzern bildet der Glanz der Spiegelfasern ein Moment, welches für die Wertschätzung des Holzes ausschlaggebend ist; so brilliert der Ahornmaser und das sogenannte ungarische Eschenholz an den geebneten Flächen durch den Glanz der zu Tage tretenden Spiegelfasern in so hohem Maße, wie bei gewissen Seidenstoffen, dem Moirée. Wenn auch die Spiegelfasern in der ganzen Angelegenheit eine entscheidende Rolle spielen, so sind sie es doch nicht allein, welche die Gesamtwirkung herbeiführen und es ist manches Mal ein kompliziertes Zusammenwirken von Lichtreflex-Erscheinungen, welche gewissen Holzarten ein eigentümliches Gepräge verleiht. So spricht man von einem Silber- oder Metallglanze beim Holze des Götterbaumes, des Ahornbaumes, der Platane, Esche, Robinie u. s. w. Diese Wirkung wird, es kann das nicht überraschen, durch gesteigerte, auf künstlichem Wege erzielte Glättung sehr erhöht. Dies ist z. B. beim Mahagoni-, Atlasholz u. s. w. zu beobachten.

3. Feinheit.

§ 11. Farbe und Glanz des Holzes gehören zu den Gewerbeeigenschaften, d. h. sie nehmen keinen unmittelbaren Einfluß auf die Bearbeitungsfähigkeit des Holzes, aber sie wirken mitbestimmend auf die Wahl und auf den Wert desselben für das künftige Produkt. Die Feinheit des Holzes ist hingegen eine Eigenschaft, welche nicht bloß das Aussehen der Oberfläche mitbestimmt, sondern auch die Methoden der Bearbeitung des Holzes ebensosehr wie den künftigen Gebrauchswert des fertigen Produktes bedingt.

Nach dem Sprachgebrauche versteht man unter feinen Hölzern solche, welche mit freiem Auge keinerlei Einzelheiten des Baues oder diese nur höchst unvollkommen erkennen lassen. Bei diesen Hölzern sind im Querschnitte die Jahrringe und im Längsschnitte das Herbstholz vom Frühjahrsholze kaum zu unterscheiden. In einem solchen Holze sind die Größenunterschiede sowohl zwischen den verschiedenen Zellenarten sehr gering, als auch zwischen gleichnamigen Zellen an verschiedenen Orten, in verschiedenen Jahrringen, in altem und in jungem Holze. Die absolute Größe der Zellen ist dabei weniger entscheidend. Ein Holz kann großzellig, demnach weich, aber dennoch sehr fein sein (Lindenholz); freilich wird ein ähnlich zusammengesetztes, aber aus kleinen und zarten Elementen aufgebautes Holz in noch höherem Grade als fein angesprochen (Buchsholz). Je geringer der Unterschied in den Dimensionen der einzelnen Elemente des Holzes, wozu auch die Dicke der Zellwände gehört, ist, desto weniger wird durch eine Häufung gleichartiger Zellen die Feinheit des Holzes beeinträchtigt und umgekehrt. Von diesem Gesichtspunkte aus ist auch die Ausgeglichenheit der Jahrringe zu betrachten, worauf nicht nur die Organisation der Holzart, sondern auch die klimatischen Verhältnisse influieren, unter denen das Holz erwachsen ist. Endlich sind in feinen Hölzern die Holzstränge einander so stark genähert, daß die Mark-

strahlen auf dem Querschnitte unkenntlich sind; auch müssen die Markstrahlenzellen den Dimensionen nach sich den Holzparenchymzellen nähern, die Markstrahlen von geringer Höhe daher mit den Strängen enge verflochten sein. Die Feinheit des Holzes ist im allgemeinen, wie aus dem Gesagten hervorgeht, für eine gegebene Holzart eine gegebene, kann aber bei jeder Holzart durch die Wachstumsverhältnisse in ihrem Grade modifiziert erscheinen. Aus dem Vorangehenden leitet sich von selbst die Vorstellung von dem „groben" Holze ab, indem dies die eben für das feine Holz angeführten Kennzeichen nicht besitzt, welches also makroskopisch die Gefäßporen zeigt, welches auffällig gezeichnet ist durch die gruppenweise Anordnung der Elemente, durch die scharfe Ausprägung und ungleiche Beschaffenheit der Vegetationsperioden, welches endlich auffallend breite oder hohe Markstrahlen besitzt. Typische Beispiele groben Holzes sind Eiche, Zürgelbaum (Celtis), Nuß, Ulme u. s. w.

Es wäre ein großer Irrtum, wollte man annehmen, daß die nach der vorangehenden Erklärung als grob anzusprechenden Hölzer für gewerbliche Vollendungsarbeiten wenig geeignet seien. Grobe Hölzer, die sich dem Auge sofort als solche darstellen und sich auf den Hobel-, Drechsel- oder Fräsflächen rauh anfühlen, lassen sich mitunter sehr gut polieren, indem das Poliermittel auf der Oberfläche des groben Holzes so in den Poren in größerer Menge zurückgehalten wird, als dies bei den feinen Hölzern, an denen es weniger haftet, der Fall ist [10]).

4. Textur, Zeichnung, Flader, Maser.

§ 12. Der Ausdruck Textur des Holzes ist synonym mit Struktur oder bedeutet beiläufig das anatomische Gefüge des Holzes. Die Gewerbetreibenden jedoch, welche Holz verarbeiten, gebrauchen den Ausdruck Textur häufig für die aus dem inneren Baue des Holzes hervorgehende äußere Erscheinung auf den angearbeiteten Flächen. Man verwechselt also dabei die Ursache mit der Wirkung, indem thatsächlich die Zeichnung auf der Holzfläche das in die Erscheinung tretende Bild des Gefüges des Körpers ist. Je gröber das Holz nach der weiter oben gegebenen Definition, desto deutlicher die Zeichnung oder nach dem Sprachgebrauche die Textur. Der buchstäbliche Sinn des Wortes Textur: Gewebe, also hier Holzgewebe, deckt sich nicht einmal vollständig mit der Ursache der Erscheinung, daß auf den Holzflächen dem unbewaffneten Auge eine Zeichnung erscheint, denn in der Zeichnung drücken sich mehr oder minder deutlich die Unterschiede zwischen Herbst- und Frühjahrsschicht im Jahrringe, die Poren und die Markstrahlen je nach den Dimensionen und dem Grade der Färbung aus.

Die Zeichnung des Holzes ist demnach bei regelmäßig erwachsenen Bäumen eine andere im Querschnitte, eine andere im radialen Längsschnitte und wieder eine andere im tangentialen oder Sehnen-Längsschnitte. (Es sei hier ein- für allemal bemerkt, daß wir in dieser Abhandlung nur von den dikotyledonen Bäumen sprechen, da das Holz der Palmen nur eine sehr untergeordnete, man könnte sagen ausnahmsweise Verwendung in der europäischen Technik findet.) Demnach ist das charakteristische Merkmal der Zeichnung des Hirnschnittes der Ringbau, das der beiden Längsschnitte die parallele Streifung, welche beim radialen Längsschnitte vollkommener als beim Sehnen-Längsschnitte auftritt.

Ohne uns weiter in die Details zu verlieren, sei hier nur hervorgehoben, daß in der Holzindustrie die Zeichnung des Hirnschnittes verhältnismäßig selten auftritt; wohl kommt der Hirnschnitt des Holzes bei Eckverbindungen zum Vorscheine, auch bei Holzskulpturen und bei den diese vertretenden Holzpressungen, beim Stiftenmosaik, dem Holzstöckelpflaster, dann bei einer in neuester Zeit aufgetauchten Art von Parquetten. In weit

10) Vergl. Dr. Josef Moeller a. a. O., 1. Teil (S. 74 u. ff.).

überwiegendem Maße jedoch ist es die Zeichnung, welche auf tangentialen oder richtiger Sehnen-Längsschnitt-Flächen des Holzes zum Vorschein kommt, die unser Interesse erregt und verdient. Posten oder Dielen, Staffelholz und Bretter, Tavoletti und Fourniere zeigen auf ihren Oberflächen die Zeichnung des Sehnenlängsschnittes der Holzstämme. Bei den fournierten Möbeln wird das ganze blinde Holzgerüste und somit auch bei den Holzverbindungen die hie und da auftretende Hirnfläche mit Längsholz bedeckt.

Ist das Holz normal erwachsen oder „schlicht", so heißt die Zeichnung des Holzes, oder soll wenigstens ausnahmslos so genannt werden, der Flader.

An der Gabelung des Baumstammes, d. i. an der Stelle, wo die Kronenbildung beginnt, ferner überall dort, wo ein Ast aus dem Stamme abzweigt, hören die dunkel gefärbten Grenzen der Jahrringe (die Herbstholzschichten) auf, geradlinig zu verlaufen. Die Zeichnung von aus diesen Teilen des Baumes entnommenen Holzsortimenten wird in gewissen Fällen besonders geschätzt; so z. B. bezahlt man die Fourniere aus dem Gabelungsteile des Mahagonistammes mit bedeutend höheren Preisen, als die schlichten, in der Zeichnung reizlosen Stücke aus dem geradwüchsigen Stamme; man nennt diese Art von Mahagoni-Fournieren Blumen- oder Pyramiden-Mahagoni [11]).

Bei unregelmäßigem Wachstume, möge es veranlaßt sein durch natürliche Hindernisse, wie Aeste, schlafende Augen, oder durch Verwundungen aller Art, werden die Jahrringe in ihrer Entwicklung in mannigfacher und mitunter in höchst abenteuerlicher Weise verändert. Die durch unregelmäßiges Wachstum entstehenden Holzbildungen nennt man wimmerig oder maserig und die durch dasselbe bedingte Zeichnung der Schnittflächen: Maser.

Der wimmerige Wuchs ist strenge genommen ein Fehler des Holzes und gilt auch als solcher bei Bauholz und bei Schnittware. Vielfach, namentlich für Zwecke der Kunsttischlerei und Drechslerei, ist jedoch der Maser ein geschätztes Vorkommen und zwar um so mehr, je stärker er entwickelt ist [12]). Für fournierte Möbel bildet die abwechselnde Verwendung von schlichten und Maserfournieren, so z. B. die ersteren bei Friesen, die letzteren bei Füllungen ein oft verwendetes, wirkungsvolles Motiv. Der Wert von Maserfournieren kann durch die fantastische Zeichnung ein sehr hoher werden und namentlich ist es das Emporium der Fournier-Erzeugung, Paris, welches vor noch kurzer Zeit mitunter enorme Summen für knorrige Stammauswüchse (loupes) bezahlte. Wäre die Zeitdauer, welche zur Entstehung von Maserwüchsen notwendig ist, nicht eine so enorm lange, daß während derselben der Geschmack der Konsumenten öfter wechselt, so würde man wohl die künstliche, richtiger absichtlich hervorgerufene Bildung von Maserwüchsen ernstlich ins Auge gefaßt haben.

Ein interessanter Fall des wimmerigen Wuchses, der ein bestimmtes Holzvorkommen betrifft, ist unter der Bezeichnung „ungarisches Eschenholz" in der Industrie bekannt. Dasselbe wird zu Fournieren für die Kunsttischlerei verarbeitet und übertrifft an Schönheit der Zeichnung, erhöht durch prächtigen Seidenglanz regelmäßig verteilter Partien das Atlasholz (satin wood). Andere besonders schöne Maserbildungen, die in der Technik von Wert sind, findet man an der Wurzel von Buchs (Tabaksdosen), an Stöcken und dem Wurzelhals von Erlen, an Kopfholzstämmen von Ulmen, Erlen (auserlesene Fourniere) ꝛc., am Stamme von Birken (Birkenmaser, Pfeifenköpfe), am Stamme mehrerer Pterocarpus-Arten (P. indicus', P. saxatilis u. a.), welche unter dem Namen Amboina-Maser oder Amboëne aus Indien und den ostasiatischen Inseln nach Europa, besonders nach Frankreich eingeführt werden. Der Rohstoff einer bekannten französischen Spezial-Industrie, welche übrigens auch in Belgien und Wien eine Zeit lang blühte, ist das sogenannte Bruyère-Holz. Dieses Holz stammt von der maserwüchsigen Wurzel der Erica arborea (Baum-

11) Vergl. G. Marchet und W. F. Exner, Die Holzindustrie der Ostseeländer, Kapitel Hamburg. Weimar 1864.

12) Vergl. Nördlinger a. a. O. (S. 498 u. ff.).

haide). Dieses Wurzelholz von fleisch- oder ziegelroter Farbe, welches aus Spanien, dem südlichen Frankreich und aus Korsika in den Handel kommt, bildet ein vorzügliches Material für Pfeifen, indem einerseits der hochgradige Maserwuchs das Springen der Pfeife während der großen Erhitzung verhindert, andererseits der bedeutende Kieselsäuregehalt eine schwere Verbrennbarkeit begründet [13]).

Wimmeriger Wuchs oder Maserwuchs und sonstige physiologisch nicht aufgeklärte Abnormitäten im Wachstume, in der Verteilung von Farbstoffen, Harzen u. dgl. führen zu verschiedenen Erscheinungen in der Zeichnung, welche vorübergehend eine gewisse Bedeutung erlangen, wobei natürlich die Mode ein ausschlaggebendes Moment bildet. Der wellenförmige Verlauf der Holzringe (auf dem Querschnitte sichtbar) und das dadurch verursachte flammige Aussehen auf den radialen Spaltflächen sucht Nördlinger in einer Abhandlung über den „Rindedruck“ im Oktoberheft Jahrgang 1880 des „Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen“ zu erklären. Später (1882) hat Krabbe in der königl. preußischen Akademie der Wissenschaften eine Untersuchung über die Rindenspannung und deren Beziehungen zur Jahrringbildung veröffentlicht, welche Nördlinger's Auffassung teilweise in Frage stellt.

Während der noch nicht vor langer Zeit beendeten Periode der Herrschaft des Mahagoni-Holzes kamen im Handel, ganz besonders von Paris aus, Mahagoni-Sorten vor, die ihren Namen nicht von der Provenienz erhielten, wie Cuba-, Jamaica-, Haiti-, Yucatan-, Tabasco-, Laguna-, St. Domingo-, Porto Plata-, Honduras-Mahagoni ꝛc., sondern von ihrer Zeichnung. So z. B.: Acajou moucheté, Acajou ronçeux, A. branché, A. ondé. Solche auffällige Zeichnungen verschaffen gewissen Gattungen eine vorübergehend gesteigerte Verwendung, eine Art Blüteperiode. Häufig verschwinden solche Industriehölzer aber wieder so rasch aus dem Verkehre, daß man kaum die Zeit findet, ihre botanische oder geographische Herkunft zu eruieren. Hölzer dieser Kategorie sind das Ziricota-Holz, das geperlte Holz, das grüne Havanna- oder Haiti-Holz, das Tiger-Holz, das Partridge-Holz u. s. w.

5. Geruch des Holzes.

§ 13. Im grünen frischen Zustande hat jedes Holz einen eigentümlichen Geruch, der mitunter sehr kräftig und für das Holz charakteristisch ist. Bei vielen Hölzern verliert sich dieser Geruch mit der Austrocknung derselben und nur wenige unter jenen Hölzern, die auch im trockenen Zustande wohlriechend sind, verdanken dieser Gewerbseigenschaft einen erhöhten technischen Wert.

Die ätherischen Oele, welche die Ursache des Wohlgeruches einer Reihe von Hölzern bilden, sind nur in einigen wenigen Fällen genau erforscht. Meistens nur dann, wenn diese ätherischen Oele selbst als Produkt aus den betreffenden Hölzern gewonnen und weiter verwertet werden. Diese Gruppe von Fällen kommt hier aber nicht in Betracht, wir haben nur darauf aufmerksam zu machen, daß der Gehalt an gewissen wohlriechenden Stoffen für bestimmte Hölzer in gewerblicher Beziehung charakteristisch geworden ist.

In erster Linie stehen diesbezüglich die Nadelhölzer. Ihr Gehalt an Terpentinen verleiht ihnen einen auffälligen, mitunter köstlichen Geruch. Bekannte Beispiele bilden die sogenannten Zedernhölzer und das Wachholderholz, welche Hölzer unter anderem ihres Geruches wegen für manche Verwendungen spezifisch geworden sind; so als Bleistiftholz, als Materiale für die Laden von Schmuckkästen und sonstigen hochfeinen Möbeln, für allerlei Galanteriewaren, für Zigarrenkisten u. dgl. m.

Von den in Europa heimischen Nadelhölzern ist es besonders das Zirbenholz, welches sich durch einen edlen, bestechenden Geruch auszeichnet.

---

13) Vergl. Dr. Jos. Moeller a. a. O. (S. 164 u. ff.).

Bei manchen Nadelhölzern kann jedoch der übermäßige Terpentin-Reichtum sogar ein Ausschließungsgrund für technische Verwendungen sein, und es ist dann die Ursache des Wohlgeruches ein Uebelstand, welchen der Geruch selbst wett zu machen nicht hinreicht.

Die wohlriechenden Hölzer im engeren Sinne des Wortes, das sind solche, welche ihre technische Verwendung vor allem ihrem Geruche verdanken, stammen meistens aus anderen Klimaten; hieher gehören das australische Veilchenholz und das den Gegenstand wichtiger Kulturen in Oesterreich bildende Weichselrohr.

Das letztere sind die Triebe der Mahaleb-Kirsche (Prunus mahaleb), welche bei dem in Baden bei Wien eingehaltenen Kulturverfahren im Holze und in der Rinde einen köstlichen Geruch besitzen, der nach der Ansicht Moeller's von dem Gehalte an Kumarin oder eines diesem ähnlichen ätherischen Oeles herrührt. Das Weichselrohr, richtiger Mahaleb-Kirschenholz, wird nicht nur zu Pfeifenröhren, sondern auch im ausgedehntesten Maße zu Holzgalanteriewaren aller Art, Spazier- und Schirmstöcken, Reitgerten, Fächern, Papiermessern ꝛc. verwendet.

In der ostasiatischen Industrie spielt eine Rolle ersten Ranges das wohlriechende gelbe Sandelholz, welches übrigens ein vortreffliches Schnitzereiholz ist. Die Vorliebe und damit die eifrige Suche nach wohlriechenden Hölzern und deren Verwendung insbesondere in der Marqueterie-Arbeit hat ziemlich nachgelassen und die verschiedenen Arten von Veilchenholz, das Moschusholz u. dgl. sind nicht mehr sehr in der Mode.

Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß der bei Laubhölzern häufig auftretende Gehalt an Gerbstoff manchen Holzarten einen auffallenden Geruch nach Gerberlohe verleiht. Häring, den wir schon an anderer Stelle zitiert haben, reklamiert diesen Geruch sogar als ein Kennzeichen der guten Qualität des Eichenholzes.

Eine auffallende Erscheinung, welche mit dem Geruche der Hölzer zusammenhängt, mag hier noch flüchtige Erwähnung finden. Ein Baum, welcher in Ostasien Bestände von enormer Ausdehnung bildet, ist der Kampferlorbeerbaum (Laurus camphora); dieser Baum enthält in allen seinen Teilen, besonders aber auch in seinem Holze ein schon bei gewöhnlicher Temperatur festes ätherisches Oel, das fast wie Alabaster aussieht und bei geringen Quantitäten einen sehr angenehmen Geruch besitzt. Der sogenannte Japan-Kampfer wird aus den Teilen des genannten Baumes durch Destillation gewonnen. In der Sammlung des Technologischen Gewerbe-Museums in Wien wurden Späne vom Holze des Kampferbaumes in geschlossenen Flaschen aufbewahrt und nach verhältnismäßig kurzer Zeit zeigte sich die Innenseite der Wandungen der Gefäße reichlich mit Kampferkrystallen belegt, welche durch Sublimation von selbst entstanden waren.

II. Materieller Zustand des Holzes.

§ 14. Während im ersten Abschnitte nur die äußere Erscheinung des Holzes behandelt wurde, welche allerdings in enger Beziehung mit der substanziellen Zusammensetzung steht, soll nun die Substanz selbst vom physikalischen Standpunkte aus erörtert werden. Auch hier wollen wir von den anatomischen und physiologischen Verhältnissen des lebenden Baumes möglichst abstrahieren und die Holzsubstanz, so wie sie ist, nach den technisch wichtigen physikalischen Eigenschaften beschreiben.

Viele physikalische Eigenschaften, wie die Wärmeleitungsfähigkeit [14]), haben nur eine

14) Vergl. Moeller a. a. O. S. 107.
Nach Wiedemann's mit großer Sorgfalt ausgeführten Versuchen über Wärmeleitungsfähigkeit verhält sich diese zum besten Wärmeleiter, diesen = 1000 gesetzt, wie folgt:

Ahorn —	Faserrichtung	192
„	senkrecht hierauf, radial . . .	86
„	„ tangential . .	85

sehr untergeordnete technische Bedeutung; dagegen ist es ein bestimmter Komplex von physikalischen Eigenschaften, welcher nicht nur auf die Verwendung des Holzes zu technischen Zwecken und daher auf dessen Auswahl und Wert den bestimmendsten Einfluß nimmt, sondern auch den aus Holz angefertigten Gegenständen eine bestimmte Beschaffenheit verleiht. Das Holz als Rohstoff für die Industrie wird durch die hier in Erörterung zu ziehende Gruppe von physikalischen Eigenschaften so beherrscht, daß der Handwerker, der Industrielle oder der Techniker im weitesten Sinne des Wortes diese Eigenschaftsgruppe mit den aus ihr resultierenden Verhältnissen sich stets gegenwärtig halten muß. Diese Gruppe von Eigenschaften hat das Eigentümliche, daß unter den einzelnen Eigenschaften ein durch keinerlei Mittel aufzuhebender Zusammenhang besteht, und wenn man mit der Besprechung einer dieser Eigenschaften beginnt, so muß man sogleich auch die mit derselben in Konnexität stehenden anderen Eigenschaften in's Auge fassen.

Diese Eigenschaften sind: die Dichte oder das spezifische Gewicht, der Wasser- oder Feuchtigkeits-Gehalt, die Veränderlichkeit des letzteren, welche zugleich die Veränderlichkeit der Dichte zur unmittelbaren Folge hat; die Veränderlichkeit des Volumens, welche ebenso wie die Veränderlichkeit des Gewichtes mit der Veränderung des Feuchtigkeitsgehaltes zusammenhängt.

Die *Veränderlichkeit des Volumens*, welche sich als Verkleinerung oder Vergrößerung des Volumens äußern kann, als: Schwindung oder Schrumpfung einerseits und als Quellung andererseits, vollzieht sich nicht in einer nach allen Richtungen hin gleichen Weise, vielmehr ändern sich die Dimensionen sowohl bei der Schwindung als bei der Quellung in verschiedenem Grade, was eine Veränderlichkeit der *Gestalt* zur Folge hat. Diese Gestaltsveränderungen, welche die verschiedensten Bezeichnungen führen, können auch in letzter Linie die Aufhebung des Zusammenhanges der einzelnen Teile des Holzstückes, also die Ueberwindung der Kohäsion, herbeiführen.

Es besteht also eine Konnexität zwischen *Dichte, Feuchtigkeitsgehalt, Volumen* und *Gestalt* derart, daß jede Aenderung in der einen Richtung eine Aenderung in allen anderen als unausbleibliche Konsequenz nach sich zieht. Die Konnexität der Eigenschaften in dieser Gruppe physikalischer Verhältnisse erschwert und kompliziert die Erforschung oder auch nur die Ermittlung eines bestimmten Datums bezüglich *einer* Eigenschaft in außerordentlichem Maße. Der Praktiker sagt, das Holz sei „lebendig", und er ist damit vollständig im Rechte. Das Holz ist ein organisierter Körper und der Organismus fungiert in gewissem Sinne fort auf lange Dauer. Erst wenn eine Zerstörung des Organismus eintritt, wird die Konnexität jener Eigenschaften mehr oder minder aufgehoben.

1. Dichte des Holzes.

§ 15. Das Mischungsverhältnis der das Holz zusammensetzenden Elementar-Bestandteile ist in verschiedenen Teilen des Holzkörpers ein verschiedenes. Neben der Holzsubstanz kommen viele andere Stoffe im Holze vor und überdies besteht nirgends das Holz aus einer zusammenhängenden, lückenlosen Masse. Es bestehen im Gegenteile viele das Holz durchsetzende, mit Luft oder Wasser gefüllte Hohlräume, welche gruppenweise oder auch zerstreut auftreten. Der im Holze überwiegend vorkommende Stoff, oder richtiger der das Holzgerüste bildende Stoff ist die Holzfaser.

Eichen — Faserrichtung		161
"	" radial	75
"	" tangential	86
Buchsbaum — Faserrichtung		135
"	" tangential	96

(Poggendorff's Annalen, Ergänzung VIII, S. 517.)

Man kann im Wege des Versuches die Holzfaser ziemlich von den anderen substanziellen Bestandteilen trennen und das spezifische Gewicht der kompakten, ohne Zwischenräume gedachten Holzmassen ermitteln. Dasselbe beträgt z. B. bei Mahagoni 1.68, bei Buchenholz 1.53, bei Ulmenholz 1.52, bei Linden-, Birken- und Pappelholz 1.48, bei Tannen- und Ahornholz 1.46 (Karmarsch), also durchschnittlich 1.5. Schon Rumford hat diese Frage studiert [15].

Dieses spezifische Gewicht der Holzfaser hat jedoch keinerlei technische Wichtigkeit und ist daher auch nicht als technische Eigenschaft aufzufassen. Man versteht vielmehr unter der Dichte des Holzes, wie unter dessen spezifischem Gewichte jene Zahl, welche ausdrückt, wie viel mal größer oder kleiner das absolute Gewicht des Holzes, wie es besteht, ist, als ein gleich großes Volumen chemisch reinen Wassers von der Temperatur von 4° C. [16]).

Die im Wege des Experimentes gefundene Ziffer gilt nur für das der Ermittlung selbst unterzogene Versuchsstück und nur für den Moment, in welchem das Versuchsergebnis durch die Beobachtung zum Vorschein kommt. Richtig ist die erhaltene Ziffer auch nur dann, wenn durch den Versuch selbst der Feuchtigkeitsgehalt nicht geändert wurde. Es ist auch nur unter gewissen Voraussetzungen gestattet, aus dem durch den Versuch ermittelten spezifischen Gewichte eines Probestückes auf die Dichte des größeren Holzkörpers, dem das Probestück entnommen wurde, einen Schluß zu ziehen oder die abgeleitete Ziffer für eine längere Zeitperiode gegenüber dem betreffenden Holzkörper als giltig anzunehmen.

Aus dem Gesagten geht hervor: Daß man zwischen der wissenschaftlichen Untersuchung der Dichte des Holzes im Dienste der Forschung und zwischen der Bestimmung des spezifischen Gewichtes zu irgend welchem praktischen Ziele wohl unterscheiden muß.

Die erstere muß auf alle Umstände Bedacht nehmen und kann ohne Gegenüberhalt der mit der Dichte konnexen physikalischen Eigenschaften gar nicht behandelt werden; die letztere wird sich mit einer mehr oder minder scharfen Methode begnügen, um ein Näherungsresultat zu erlangen, das für den gedachten technischen Zweck genügende Anhaltspunkte bietet.

Wir wollen uns vorerst gerade der zuletzt angeführten, mehr empirischen Seite der Frage zuwenden.

Es ist einleuchtend und allgemein bekannt, daß das Holz im lebenden Baume oder unmittelbar nach der Fällung, das Holz „im Safte", bedeutend schwerer sein muß als trockenes Holz, um so schwerer sein muß, je länger der natürliche Austrocknungsprozeß gedauert oder je energischer der künstliche Austrocknungsprozeß betrieben wurde. Das Holz im lebenden Baume oder unmittelbar nach der Fällung heißt grünes Holz, dessen Dichte Grüngewicht. Durch die natürliche Trocknung im Freien entweicht ein großer Teil des in den Zellenräumen enthaltenen Wassers, dieses wird durch Luft ersetzt und nach einer gewissen Zeit tritt ein Zustand relativer Trockenheit ein, in welchem man das Holz lufttrocken nennt, dessen Dichte heißt dann Lufttrockengewicht [17]). Allein auch dies im

---

15) Nach den neuesten übereinstimmenden Untersuchungen von Sachs und R. Hartig („Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institute zu München, 2. Heft, S. 14) besteht kein wesentlicher Unterschied im Festgewichte der wichtigeren Holzarten, und kann dasselbe für Eiche, Buche, Birke, Fichte und Kiefer gleichförmig auf 1,56 gesetzt werden. Dabei ist ein Unterschied zwischen Kern- und Splintholz desselben Stammes nicht bemerkbar.

16) Nördlinger polemisiert S. 119 seines Buches gegen die Anwendung des Wortes „Dichtheit", welches er mit dem Ausdrucke „Dichte" verwechselt und will, daß das Wort „dicht" nur im Sinne des Sprachgebrauches der Gewerbetreibenden, welche damit ein dichtes Gefüge, eine dichte Struktur zu bezeichnen pflegen, gebraucht werde.

17) Einen ähnlichen Zustand, wie denjenigen, den der Techniker mit lufttrocken bezeichnet, deutet der Forstmann mit dem Ausdrucke „waldtrocken" an. „Waldtrocken" ist das Holz nach längerer Aufbewahrung auf luftigen Abfuhrplätzen im Walde, wobei es freilich noch nicht so trocken ist, als es durch längere Aufbewahrung unter Dach in trockenen Räumen wird, was man mit

lufttrockenen Holze enthaltene Wassermenge ist noch immer ziemlich beträchtlich. Wenn man daher das spezifische Gewicht möglichst wasserfreien Holzes erfahren will, so muß das Holz durch Zufuhr von Wärme „künstlich" getrocknet werden. Man geht dabei gewöhnlich nicht höher als auf eine Temperatur von 110 oder 111° C. und setzt das Verfahren so lange fort, bis eine Abnahme des Gewichtes durch Verdunstung des Wassers nicht mehr wahrgenommen wird. Man nennt das so getrocknete Holz: künstlich getrocknetes, gedarrtes oder absolut trockenes und die Dichte könnte kurz mit Darrgewicht bezeichnet werden.

Für den Bedarf der Technik genügt meistens die Angabe des Lufttrockengewichtes. Die Danebenstellung des Grüngewichtes hat schon wenig Wert, des Darrgewichtes bedarf man schon gar nicht. Uebrigens ist es gestattet, dem lufttrockenen Holze einen durchschnittlichen Wassergehalt von 8—12% des Gewichtes zuzuschreiben.

Mit Rücksicht auf die Labilität des lufttrockenen Gewichtes, das sich ja jeden Augenblick mit dem Feuchtigkeitsgehalte der atmosphärischen Luft ändert, mit Rücksicht auf den Umstand, daß die spezifischen Gewichte im grünen und lufttrockenen Zustande innerhalb derselben Holzart mit der Exposition des Baumes, mit der Jahreszeit, mit dem Klima, mit der örtlichen Lage im Baume selbst schwankten, endlich im Hinblicke auf die unvermeidlichen Beobachtungsfehler bei den gewöhnlichen Bestimmungsmethoden ist es zweckmäßig, die Dichten nach Grenzwerten anzugeben.

(Tabelle siehe Seite 134.)

Das Grüngewicht der fremdländischen Hölzer ist nur in sehr wenigen vereinzelten Fällen bekannt, und wir müssen uns daher darauf beschränken, die mittlere Dichte im lufttrockenen Zustande nach einer Zustammenstellung von Moeller hier vorzuführen:

Holzart.	Dichte.
Bambus (Bambusa)	0.4
Brasilienholz (Caesalpinia brasiliensis)	1.1
Bruyère (Erica arborea)	1.0
Kokus (Lepidostachys Roxburghii) . .	1.4
Ebenholz, schwarzes (Diospyros Ebenum)	1.2
Eisenholz (Mesua sp.)	1.1
Granadille (Brya Ebenus)	1.1
Grünholz (Nectandra sp.)	1.0
Guajak (Guajacum officinale) . . .	0.7—1.4
Mahagoni (Swietenia Mahagoni) . .	0.6—0.9
Rosenholz (Convolvulus scoparius) . .	1.0
Satinholz (Ferolia guyanensis) . . .	1.0
Teak (Tectonia grandis)	0.8
Veilchenholz (Acacia homalophylla) . .	1.4
Zebraholz (Omphalobium Lamberti) .	1.1

Die hier eingeschalteten Tabellen dürften für die technische Praxis vollständig ausreichen, begnügt sich doch einer der hervorragendsten Ingenieure und zwar Reuleaux damit, in Beziehung auf Konstruktionshölzer zu sagen, sie hätten ein spezifisches Gewicht von 0.59

„lufttrocken" bezeichnet. Darüber äußert sich ein geachteter Fachmann, Emil Böhmerle, Beamter der k. k. öst. forstlichen Versuchsleitung wie folgt: „Der Ausdruck „waldtrocken" ist ein sehr dehnbarer — ein unwissenschaftlicher Begriff, denn je nach den Witterungsverhältnissen trocknet das Holz mehr oder weniger, und es folgt dann nach stattgehabter Trocknung dessen Feuchtigkeitszustand stets jenem der Luft. Sollen daher derlei Versuche exakt durchgeführt werden, so erscheint es dringend geboten, auf alle Momente, welche auf die Austrocknung des Holzes einwirken, Rücksicht zu nehmen, mögen selbe nun in der Beschaffenheit des Materiales oder in äußeren Verhältnissen begründet sein." Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen, II. Band, 1. Heft, 1879.

Namen der Holzarten.	Spezifisches Gewicht.			
	Grün.		Lufttrocken.	
	Grenzen	Mittelzahl	Grenzen	Mittelzahl
Ahorn (Bergahorn, Acer pseudoplatanus L.)	0.83—1.04	0.94	0.53—0.79	0.66
„ (Feldahorn, Acer campestre L)	0.87—1.05	0.96	0.61—0.74	0.68
„ (Spitzahorn, Acer platanoides L.)	0.90—1.02	0.96	0.56—0.81	0.69
Akazie (Robinia, Pseudacacia L.)	0.75—1.00	0.88	0.58—0.85	0.72
Apfelbaum (Pyrus malus L.)	0.95—1.26	1.11	0.66—0.84	0.75
Aspe (Populus tremula L.)	0.61—0.99	0.80	0.48—0.56	0.50
Birke (Weißbirke, Betula alba L.)	0.80—1.09	0.95	0.51—0.77	0.64
Birnbaum (Pyrus communis L.)	0.96—1.07	1.62	0.71—0.73	0.72
Buche (Rotbuche, Fagus sylvatica L)	0.90—1.12	1.01	0.66—0.83	0.75
Zypresse (Cupressus fastigiata DC.)	—	—	0.66	0.66
Edelkastanie (Castanea vesca Gärtn.)	0.84—1.14	0.99	0.60—0.72	0.66
Eibenbaum (Taxus baccata L.)	0.97—1.10	1.04	0.74—0.94	0.84
Eiche (Stieleiche, Quercus pedunculata Erh.)	0.93—1.28	1.11	0.69—1.03	0.86
„ (Traubeneiche, Quercus sessiliflora Lm.)	0.87—1.16	1.02	0.53—0.96	0.75
Elsbeerbaum (Sorbus torminalis Crantz)	0.87—1.13	1.00	0.69—0.89	0.79
Erle (Schwarzerle, Alnus glutinosa Gärtn.)	0.63—1.01	0.82	0.42—0.64	0.53
Esche (Fraxinus excelsior L)	0.70—1.14	0.92	0.57—0.94	0.76
Feldrüster (Ulmus campestris L.)	0.73—1.18	0.96	0.56—0.82	0 69
Fichte (Rottanne, Abies excelsa DC.)	0.40—1.07	0.74	0.35—0.60	0.48
Föhre (Weißföhre, gemeine Kiefer, Pinus sylvestris L.)	0.38—1.03	0.70	0.31—0.74	0.52
„ (Schwarzkiefer, Pinus laricio var. austriaca Tratt.)	0.90—1.11	1.00	0.38—0.76	0.57
„ (Weymouthskiefer, Pinus Strobus L.)	0.45—1.02	0.74	0.31—0.56	0.44
„ (Zirbelkiefer, Pinus Cembra L.)	—	0.879	—	0.70
Linde, kleinblättrige (Tilia parvifolia Ehrh.)	0.61—0.87	0.74	0.32—0.59	0.46
Maulbeerbaum (Morus nigra L.)	—	—	0.82	0.82
Mehlbeerbaum (Sorbus Aria Crantz)	1.02—1.21	1.12	0.73—1.02	0.88
Oelbaum (Olea europaea L.)	—	—	0.84—1.12	0.98
Platane (Platanus occidentalis L.)	0.78—0.99	0.89	0.61—0.68	0.65
Roßkastanie (Aesculus Hyppocastanum L.)	0.76—1.04	0.90	0.52—0.63	0.58
Salweide (Salix Caprea L.)	0.73—0.97	0.85	0.43—0.63	0.53
Tanne (Weißtanne, Edeltanne, Abies pectinata DC.)	0.77—1.23	1.00	0.37—0.60	0.49
Wachholder (Juniperus communis L.)	1.02—1.12	1.07	0.53—0.70	0.62
Wallnußbaum (Juglans regia L.)	0.91—0.92	0.92	0.65—0.71	0.68
Weißbuche (Carpinus Betulus L.)	0.92—1.25	1.09	0.62—0.82	0.72
Zwetschkenbaum (Pflaumenbaum, Prunus domestica L.)	0.87—1.17	1.02	0.68—0.90	0.79

bis 0.82. Die Forstleute und Holzhändler, sowie die Holzindustriellen legen wohl den Daten über spezifisches Gewicht eine höhere Bedeutung bei als die Ingenieure, indem dieses direkt auf die Verwendung und die Transportkosten Einfluß nimmt, andererseits als ein Wertmesser für die Härte, Dauer, Brennkraft 2c. betrachtet wird. Um den gegenwärtigen Stand der Auffassung, welche der gebildete Forstwirt von der Rolle hat, welche die Dichte des Holzes spielt, zu charakterisieren, sollen hier einige markante Sätze aus Gayer's Forstbenutzung Platz finden.

Gayer sagt u. A.: „Ob überhaupt das Holz mehr oder weniger porös ist, d. h. mehr oder weniger feste Substanz in einem bestimmten Volumen besitzt, das ist es vorzüglich, was das „spezifische Volumgewicht“ oder die Dichtigkeit der verschiedenen Holzarten bedingt.

Was vorerst die Menge der festen Substanz betrifft, so ist zu erwarten, daß dieselbe von Holzart zu Holzart wechselt. Das ist in der That der Fall und zwar in der Art, daß die Laubhölzer im großen Durchschnitte 12—15% mehr Holzsubstanz haben, als die Nadelhölzer. Nach den Untersuchungen R. Hartig's hat die Eiche 37,6, Buche 36,6, Birke 32,6, Lärche 29,4, Kiefer 27,3, Fichte 24,0 Volumenprozente Substanz. Das übrige ist Wasser und Luft.

Innerhalb derselben Holzart und Holzartengruppe findet aber nun wieder ein weiterer Wechsel statt, der bei einer großen Zahl von Holzarten durch die Jahrringe veranlaßt wird. Durch die öftere Wiederkehr des schweren Herbstholzes beim engringigen Holze muß ein gewisses Volumen auch eine größere Menge dieses schwereren Holzes enthalten, als dasselbe

Volumen breitringigen Holzes. Engringiges Nadelholz ist daher im allgemeinen schwerer als breitringiges.

Für die ringporigen Hölzer bestehen die gerade entgegengesetzten Verhältnisse. Hier wechselt die Breite der höchst porösen Frühjahrszone, in welcher die großen Poren dicht zusammengedrängt sind, bei breiten und schmalen Jahrringen nicht sehr erheblich, während es hier vielmehr das dichtere Sommer- und Herbstholz ist, welches mit der Jahrringbreite wechselt. In gleich großen Räumen enthält daher z. B. das breitringige Eichenholz von der Donau weit mehr dichtes Herbstholz, als das engringige Eichenholz des Spessart.

Was die zerstreutporigen Hölzer betrifft, so kann die Breite der Jahrringe einen so bemerkbaren Einfluß auf das Gewicht des Holzes, wie wir ihn bei den Vorausgehenden beobachteten, nicht haben.

Indessen ist zu beachten, daß die durch zahlreiche Holzarten gebildete Gruppe der zerstreutporigen Hölzer nicht unvermittelt den Gruppen der ringporigen und der Nadelhölzer gegenübersteht, sondern daß durch einzelne Holzarten Uebergänge gebildet werden. Dieser Umstand muß dann auch seine Wirkung auf das spezifische Gewicht äußern und so reiht sich in der That, in letzterer Hinsicht, die Buche den ringporigen Hölzern und die Birke den Nadelhölzern an.

Wir haben bisher nur von dem Einflusse gesprochen, den der Unterschied in der Dichte der Jahrringzonen auf die Schwere der Hölzer äußert und gefunden, daß langsames Wachstum bei den Nadelhölzern, rasches Wachstum bei den ringporigen mit Wahrscheinlichkeit auf höhere Gewichte schließen lassen. Diese Sätze erleiden nun aber öfter erhebliche Modifikationen; zunächst veranlaßt durch eine außergewöhnlich schwache oder starke Entwickelung der Herbstholzzone. Es kann dadurch möglich werden, daß z. B. ein sehr breitringiges Eichenholz doch geringeres Gewicht besitzt, als ein weniger breitringiges, und ein sehr schmalringiges Nadelholz doch leichter ist, als ein anderes mit breiten Jahrringen.

Der anatomische Bau und insbesondere der Bau der Jahrringe ist für jede Holzart oder auch Holzartengruppe ein spezifischer. Modifizierend äußern sich innerhalb der Holzart die Produktionsfaktoren, also die Zustände des Standortes, und zwar sind auch in Hinsicht des spezifischen Gewichtes das Licht, die Wärme, der Nahrungs- und Feuchtigkeitsgehalt des Bodens vorzüglich maßgebend. Bei Beurteilung eines gegebenen Falles darf aber selbstverständlich ein einzelner Produktionsfaktor in seiner Wirkung nicht isoliert betrachtet, sondern er muß stets im Zusammenwirken mit allen übrigen in's Auge gefaßt werden, wenn man sich sichere Rechenschaft geben will.

Soweit die Wärme, zwischen mittleren Grenzen, bei der Assimilations-Thätigkeit in betracht kommt, scheint ihr eine besonders hervorragende Rolle bei der Holzdichtigkeit allgemein nicht zugeschrieben werden zu können. Dagegen sind es einige sehr wärmebedürftige Holzarten, wie Eiche, Edelkastanie, Ulme 2c., bei welchen ein höheres Wärmemaß und eine größere jährliche Vegetationsdauer nicht als gleichgiltig betrachtet werden, wie auch andererseits zu geringe Wärme herabmindernd auf die Dichtigkeitsverhältnisse des Holzes sich zu äußern scheint.

Wessely findet für die Stieleiche in den kühleren Lagen Deutschlands ein mittleres spezifisches Gewicht von 0.73; in den Weingegenden Deutschlands, Frankreichs, österr. Küstenländern 0.77; und in Spanien, Südfrankreich, Italien ein solches von 0.82.

Nähert sich dagegen der Standort der Baumgrenze, wo die Wärmesumme während der Vegetationszeit zu einem geringen Maße zusammenschwindet, so erwachsen Hölzer von engringigem Baue, schlechtem Holze und geringem Gewichte. Steigt z. B. die so wenig wärmebedürftige Lärche auf Höhen von über 1800 m, so wird das Holz zwar sehr engringig, aber es ist trotz rotem Kern weich, leicht und wenig geschätzt. Die grönländischen Strauchhölzer (Weiden, Birken) haben ungemein schmale Jahrringe mit überaus weichem Holze; oft besteht hier der Jahrring nur aus einer einzigen Gefäß- und Zellenreihe. Auch das geringe spezifische Gewicht der in hohen kalten Lagen erwachsenen Fichten mit äußerst engen Jahrringen (welchen fast alles Herbstholz fehlt), scheint der kurzen Vegetationszeit zugeschrieben werden zu müssen.

Daß die Bodenfeuchtigkeit einer der wirksamsten Faktoren bei der Jahrringbildung sein müsse, erkennen wir aus dem längst bekannten Erfahrungssatze, daß nasse Jahrgänge breite, und trockene Jahre schmale Jahrringe erzeugen. Uebersteigt die Feuchtigkeit aber dauernd ein gewisses Maß, erwachsen die Bäume in förmlich nassem oder sumpfigem Boden, so ergibt sich meist ein sehr breitringiges Holz von geringem spezifischem Gewichte und schlechter Beschaffenheit, und zwar sowohl bei Nadel-, wie bei Laubholz. Daß auch der Nahrungsgehalt des Bodens hier in die Wagschale fallen müsse, kann nicht wohl bezweifelt werden, da er mit der Erzeugung der Bildungsstoffe in direkter Beziehung steht. Ob aber die indirekte Bedeutung des Nährstoffreichtums in seiner Relation zur Feuchtigkeit des Bodens nicht in erster Linie hier in Betracht zu kommen habe, das ist eine noch ungelöste Frage. So viel steht indessen fest, daß auf fruchtbarem Boden breitringiges, auf armem Boden schmalringiges Holz erwächst. Das bessere dichtere Holz der Eiche, Buche, Esche, Ulme 2c. erzeugt sohin der fruchtbare Boden, — das bessere Holz der Nadelhölzer dagegen der schwache Boden.

Wenn auch im spez. Gewichte von Holzart zu Holzart Differenzen bestehen müssen, so läßt sich doch im großen Durchschnitte behaupten, daß bei den meisten Holzarten das spez. Gewicht des Astholzes größer und das des Wurzelholzes geringer ist, als das des Schaftholzes.

Das spezifische Gewicht des Astholzes ist im großen ganzen höher, als das des Schaftholzes, vorzüglich bei Nadelhölzern. Was das spezifische Grüngewicht der Reiserwellen betrifft, so besteht nach Nördlinger zwischen den einzelnen Holzarten kein erheblicher Unterschied, und liegt dasselbe zwischen 0,91 und 1,06. Größer sind die Differenzen des Lufttrockengewichtes; bei älteren Stämmen der Nadelhölzer ist das spezifische Gewicht meistens höher, als beim Schafte, namentlich ist dies der Fall bei Fichten, Tannen, Zirbelkiefer und Legföhre; auch das Astholz der Lärche ist (nach Wessely) und jenes der Buche (nach Exner) schwerer, als das Stammholz. Alte ringporige Bäume, die schon längere Zeit in schwachem Zuwachse stehen, haben dagegen poröses Astholz.

Das eigentliche Wurzelholz ist beträchtlich leichter, als das des Stammes und der Aeste. Dabei ist vom sogenannten Wurzelhalse, der bei vielen Holzarten ein oft hohes spezifisches Gewicht besitzt, abzusehen. Nur die harzreichen Nadelhölzer machen eine Ausnahme, indem besonders die stärkeren Wurzeln oft höchst bedeutende Gewichtsgrößen erreichen (z. B. Kiefernwurzelholz bis zu 1,035 spezifisches Gewicht). Nach Nördlinger ist das spezifische Gewicht des Wurzelholzes überhaupt um so geringer, je dünner die Wurzeln sind.

Maserwuchs, wimmeriger Wuchs, gesunde Wundnarben, Astknoten, Ueberwallungswuchs u. dergl. erhöhen stets die Schwere des betreffenden Holzteiles und zwar oft sehr merklich. Von besonderer Bedeutung sind in dieser Hinsicht die Astknoten, die, wenn sie z. B. bei Nadelhölzern mit engerem Jahrringbau im Astholze zusammentreffen, die höchsten Gewichtsgrößen am ganzen Baume herbeiführen.

Die einzelnen Partien des Schaftes unterscheiden sich aber nun weiter auch durch ihr Alter, und ist hier zu trennen der Unterschied zwischen innen und außen und zwischen dem oberen und unteren Schaftteile.

Was den Gewichtsunterschied zwischen Splint und Kern- und Reifholz betrifft, so gibt es kein allgemeines, alle Holzarten umfassendes Gesetz. Man kann nur sagen: gleiche Jahrringbreite vorausgesetzt, ist das Kernholz (trocken) meist leichter als Splint, z. B. bei Birke, Buche rc.; bei anderen ist der Kern schwerer als Splint, z. B. bei Eiche, Kiefer, Lärche; und bei einigen Holzarten besteht kein Unterschied, z. B. bei Fichte.

Es ist leicht zu ermessen, daß sich überdies auch hier wieder die Jahrringbreite und ihre Bedeutung bei den verschiedenen Holzarten geltend machen muß. Dabei ist zu beachten, daß alle Holzarten in der Regel während der Jugend breitere, im höheren Alter dagegen schmälere Jahrringe bauen.

Bei hochalterigen Bäumen der Nadelhölzer nimmt das Gewicht von innen nach außen zu; bei den ringporigen Hölzern und meist auch bei der Buche liegt die schwerste Holzpartie mehr im Innern des Schaftes. Bei jugendlichen Schäften ist in der Regel ein Unterschied zwischen Kern und Splint nicht, oder nur in wenig erheblichem Maße vorhanden.

Findet eine Zersetzung des Holzes durch Parasiten oder Saprophiten statt, so wird dadurch das spezifische Gewicht oft erheblich herabgesetzt, und damit muß sich auch das Verhältnis zwischen Splint und Kern ändern.

Der Gewichtsunterschied zwischen der unteren und oberen Schaftpartie ist wieder im allgemeinen durch die Jahrringe bedingt.

Für die Kiefer besteht nach Sanio und R. Hartig das Gesetz, daß die dichtere Herbstholzzone in der unteren Schaftpartie am breitesten ist, und nach oben zu gunsten des Frühlingsholzes abnimmt. Vom Kronenansatze aufwärts findet das Gegenteil statt. Die Kiefer hat sohin im unteren Schaftteile dichteres Holz als im oberen, und innerhalb der Krone kann die Holzdichte wieder zunehmen. Ganz ähnliche Verhältnisse fand Exner auch bei der Rotbuche, indem auch hier das spezifische Trockengewicht vom Stockende aus bis nahe zum Kronenansatze fällt, von hier aus aber wieder steigt und innerhalb der Krone das Maximum erreicht. Entgegengesetzte Ergebnisse lieferte die Untersuchung des spezifischen Grüngewichtes, indem sich hier ein entschiedenes Steigen des Gewichtes vom Stockende nach oben zu ergab.

Für den Schaft der Eiche finden sich sehr auseinandergehende Verhältnisse. Bei jungen Stämmen von 50 Jahren steigt gewöhnlich das Gewicht von unten nach oben. Bei unseren alten und oft sehr hochalterigen Eichen wird dagegen allgemein ein Fallen des spezifischen Gewichtes von unten nach oben angenommen; es betrifft dieses sowohl hochschäftige mehr im Schlusse, als auch die freiständig erwachsenen Stämme.

Bei der Birke hat R. Hartig die interessante Erscheinung konstatiert, „daß hier nicht die Ringbreite an sich bestimmend für die Qualität des Holzes sei, sondern das Alter des Baumteiles, an welchem der Jahrring gebildet worden ist; und nur deshalb erscheinen die breiten Jahrringe substanzärmer, weil diese den jüngeren Baumteilen angehören." Das schwere Holz ist somit in der unteren Schaftpartie.

Ganz im Freien erwachsene, tief herab beastete Stämme von Fichte und Tanne haben oben meist schwereres Holz, als unten; umgekehrt bei Stangenholz aus vollem Schlußstande. Auch bei der Kiefer steigt das Gewicht mit dem Alter und zwar veranlaßt durch den Verharzungsprozeß; das schwere Holz hat deshalb immer die untere Schaftpartie.

Was die Größe des absoluten Gewichtes betrifft, so ist dieselbe für ein gewisses Volumen leicht aus der Größe des spezifischen Gewichtes zu berechnen. Praktischen Wert hat

die Größe des absoluten Gewichtes indessen nur etwa für den waldtrockenen Zustand, da der Transport des Holzes in diesem gewöhnlich bewerkstelligt wird.

Wir führen im nachfolgenden die Mittelwerte des absoluten Gewichtes, wie sie aus direkten Wägungen von Böhmerle und Bultejus hervorgehen, an.

Eiche, Buche, Weißbuche, Esche, Ahorn, Ulme:

per Festmeter Blochholz	720	kg
„ Raummeter Scheitholz	670	„
„ „ Knüppelholz	600	„
„ „ Stockholz	614	„
„ hundert Astwellen	1200	„

Buche und Weißbuche:

per Festmeter Scheitholz	840	kg
„ „ Knüppelholz	820	„

Birke, Aspe, Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche, Schwarzkiefer:

per Festmeter Blochholz	570	kg
„ Raummeter Scheitholz	470	„
„ „ Knüppelholz	470	„
„ „ Stockholz	350	„

Tanne und Schwarzkiefer:

per Festmeter Scheitholz	660	kg
„ „ Knüppelholz	780	„

Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes zum Behufe der Erlangung von beiläufig richtigen Ziffern mit Ausschluß der durch wissenschaftliche Zwecke gegebenen Aufgaben erfolgt nach den allgemein gebräuchlichen Methoden unter der Einhaltung gewisser, durch die Natur des Holzes gegebenen Vorschriften [18]).

2. Der Wassergehalt.

§ 16. Das grüne oder frische Holz enthält beiläufig zur Hälfte seines Gewichtes Wasser. So schreibt man den harten Laubhölzern einen Jahresdurchschnitt an perzentualem Wassergehalt von 42, den weichen Laubhölzern von 52 und den Nadelhölzern von 57 Gewichtsteilen zu. Das Wasser, welches im grünen Holze enthalten ist, füllt die Zellräume zum großen Teile aus und durchdringt die Zellwände. Nach der Fällung des Holzes beginnt sofort eine Wasserabgabe an die atmosphärische Luft, welche quantitativ stets abnimmt. Das Imbibitions-Wasser wird so lange verdunsten, bis ein gewisser Gleichgewichtszustand zwischen der Spannung der atmosphärischen Luft und dem Verdunstungsstreben des Wassers im Holze eintritt. Das Holz ist lufttrocken geworden, enthält aber in diesem Zustande, wie oben angegeben wurde, noch immer eine bedeutende Quantität Wasser, deren Größe von der wasserhaltenden Kraft verschiedener Zellenmembranen und Inhaltsstoffe abhängt. Dieses im lufttrockenen Holze enthaltene Wasser kann man mit Recht hygroskopisches Wasser nennen, indem sich der Gehalt an selbem mit dem Feuchtigkeitszustande der Luft proportional ändert. Die Wasserhaltungskraft des Holzes ist je nach der Holzart verschieden, bei den Nadelhölzern größer als beim Laubholze. Das hygroskopische Wasser kann nur auf dem Wege der künstlichen Trocknung aus dem Holze entfernt werden. Beide Arten von Wasser, dasjenige, welches durch Dunstung von selbst aus dem Holze austritt, und jenes, welches nur durch Wärmezufuhr beseitigt werden kann, d. i. verdampft werden muß, bilden zusammen den Wassergehalt, welcher mit der Holzart, der Jahreszeit, dem Baumteile, dem Standorte ꝛc. wechselt. Das im Holze enthaltene Wasser ist nie chemisch reines Wasser und bekanntlich wechselt die Menge und Art der gelösten Stoffe, Saftstoffe, bei derselben Holzgattung je nach dem Individuum, der Jahreszeit, dem Klima ꝛc.

So wie der Gehalt an hygroskopischem Wasser im lufttrockenen Zustande mit der Witterung und mit dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft wechselt, ab- und zunimmt, so kann man dem Holze auch den gesamten Wassergehalt, den es beim Uebergange vom grünen in

18) Vergl. Nördlinger a. a. O. (S. 115 u. ff.).

den lufttrockenen Zustand verloren hat, wieder zuführen durch das „Tränken des Holzes", d. h. durch das Untertauchen des Holzes in Wasser eine entsprechende Zeit hindurch.

Die Hölzer sind fähig, mehr Wasser aufzunehmen, als sie ursprünglich im frisch gefällten Zustande besaßen, besonders dann, wenn beim Tränken durch eine höhere Wassersäule ein besonderer Druck ausgeübt wird. Doch steht die Quantität des auf künstlichem Wege dem Holze zugeführten und von diesem aufgenommenen Wassers in einem approximativen Verhältnisse zu der bei der Austrocknung verdunsteten Wassermenge.

Das mit Wasser völlig getränkte Holz hat ein höheres Gewicht, als das Grüngewicht betrug. Weißbach beobachtete, daß auch frisch gefälltes Holz durch Tränkung mit Wasser noch eine bedeutende Menge desselben aufzunehmen im stande ist; so hat frisch gefälltes Fichtenholz durch vollendete Tränkung mit Wasser um 23% seines Gewichtes zugenommen, sein spezifisches Gewicht stieg von 0.79 auf 0.97. Gleichzeitig vergrößerte sich aber das Volumen nur um 0.4%.

Speziell über das Wasser-Auffaugungs-Vermögen stellte Forstverwalter L. Hampel in Gußwerk (Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen, November 1881) einen Versuch an, der die aufgenommene Wassermenge in Prozenten des Volumens der Versuchsstücke zum Ergebnis hatte. Siehe folgende Tabelle:

Holzart.	Volumprozente Wasseraufnahme.
Bergahorn	58.671
Esche	47.322
Rotbuche	43.347
Kiefer	39.174
Birke	38.879
Ulme	36.360
Fichte	33.540
Eibe	33.036
Lärche	23.529

Um im nächsten Kapitel nicht wieder darauf zurückkommen zu müssen, sei hier erwähnt, daß das Quellen lufttrockenen Holzes und die Wasseraufnahme nicht gleichen Schritt halten. Ersteres ist nach den Beobachtungen Weißbach's binnen $1^1/_2$—2 Monaten beendigt, die Gewichtszunahme erfordert aber 6 Monate, oft 2—3 Jahre, um ihr Maximum zu erreichen. Diese für den Schwemmtransport nicht unwichtige Angelegenheit, welche auch bei Berechnung des Gewichtes der Holzwände an Schiffen im Betriebe und des Gewichtes von hölzernen Wasserrädern ꝛc. beachtet werden muß, erhält eine Illustration durch folgende Tabelle.

Namen der Holzarten.	Spezifisches Gewicht.		Zunahme infolge der Durchnässung	
	völlig lufttrocken	völlig durchnäßt	am Volumen Prozent	am Gewichte Prozent
Ahorn	0.612—0.686	1.098—1.172	7.1— 9.8	71— 79
Birke	0.591—0.623	1.090—1.091	7.0— 8.8	91— 97
Buche	0.634—0.762	1.035—1.179	9.5—11.8	63— 99
Eiche	0.629—0.750	1.050—1.171	5.5— 7.9	60— 91
Erle	0.423—0.503	1.040—1.121	5.8— 6.8	136—163
Esche	0.700	1.105	7.5	70
Fichte	0.366—0.526	0.761—0.921	4.4— 8.6	70—166
Föhre	0.463	0.890	4.8	102
Tanne	0.455—0.505	0.874—0.948	3.6— 7.2	83—123
Ulme	0.609	1.123	9.7	102

Den Gesamt-Wassergehalt nennt man auch die absolute Feuchtigkeit des Holzes. Zur Bestimmung derselben sind verschiedene, mehr oder minder präzise Methoden eingeschlagen worden. In jenen Fällen, wo es sich um die Auffindung eines ge-

setzmäßigen Zusammenhanges zwischen dem Wassergehalte und anderen physikalischen oder mechanisch-technischen Eigenschaften des Holzes gehandelt hat, wurde natürlich getrachtet, ein möglichst zuverlässiges und genaues Resultat zu erlangen. In dieser Beziehung sind bemerkenswert die Verfahrungsweisen von: Chevandier und Wertheim, Bauschinger („Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der kgl. technischen Hochschule in München", 1883), Tetmayer („Mitteilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich", 2. Heft, 1884), endlich Hermann Schild (Mitteilungen aus den kgl. mech.-techn. Versuchsanstalten in Berlin" IV. Jahrgang, 3. Heft, 1886).

Die letzt angeführte Untersuchung ist eine erschöpfende Darstellung aller Verhältnisse, welche auf die Richtigkeit des Resultates Einfluß nehmen können. Diese höchst beachtenswerte Forschung führte eigentlich zu einem negativen Resultate, nämlich zu der Erkenntnis, daß alle bisher gewählten Methoden zur Bestimmung des absoluten Wassergehaltes vollkommen richtige Ergebnisse zu liefern nicht geeignet sind und daß zur Erlangung von für die wissenschaftliche Forschung verwertbaren Daten Harzgehalts-Bestimmungen unerläßlich sind. Alle bisher zu Stande gebrachten Versuchsergebnisse über den absoluten Wassergehalt können daher nur als Näherungswerte aufgefaßt werden.

Ganz besonders einflußreich auf die Gewichtsverhältnisse von Holzfaser und Wasser im Holze ist der Gehalt an Harz bei den Nadelhölzern [19]).

Zu den wissenschaftlichen Untersuchungen über den Wassergehalt des Holzes gehört auch eine Studie von Chevandier und Wertheim, welche sich auf den Zusammenhang zwischen dem Grüngewichte und dem Feuchtigkeitsgehalte im grünen Zustande einerseits und den den verschiedenen Feuchtigkeitsgraden entsprechenden spezifischen Gewichten anderseits bezieht. Würde man das spezifische Gewicht mit D, den Feuchtigkeitsgehalt des Holzes im grünen Zustande mit F, mit d das spezifische Gewicht bei einem geringeren Feuchtigkeitsgrade f und endlich mit c den Umwandlungs-Koeffizienten des spezifischen Gewichtes auf je 1% Feuchtigkeit berechnet bezeichnen, so soll nach den genannten Autoren folgende Beziehung bestehen: $d = D\,[1 - c\,(F - f)]$ [20]).

Nördlinger erörtert in sehr scharfsinniger Weise den Grad der Zuverlässigkeit dieser Angabe auf Seite 139 seines Buches [21]).

3. Volumveränderlichkeit.

§ 17. Es wurde schon weiter oben auseinandergesetzt, daß die Abnahme an Wassergehalt beim Holze, ob sie sich nun auf dem Wege der natürlichen Trocknung vollzieht, oder durch künstliche Zufuhr von Wärme beschleunigt wird, eine Verkleinerung des Volumens zur Folge hat. Das Schwinden, die Schwindung oder die Schrumpfung vollzieht sich jedoch

---

19) Vergl. „Gayer, Forstbenutzung", VI. Auflage, 1883 (S. 20).

20) Darin bedeutet c bei:

Weißtanne	einen Dichtigkeitskoeffizienten von	0.01034
Föhre	" " "	0.01056
Hainbuche	" " "	0.00743
Robinie	" " "	0.00555
Esche	" " "	0.00501
Rotbuche	" " "	0.00486
Pappel	" " "	0.00450
Gemeiner Ahorn . . .	" " "	0.00423
Spitzahorn	" " "	0.00363
Birke	" " "	0.00422
Eiche	" " "	0.00420
Erle	" " "	0.00410
Aspe	" " "	0.00230

21) Weitere Betrachtungen über spezifisches Gewicht und Saftgehalt der Hölzer stellte Nördlinger im Aug.-Heft 1879 und im Juli-Heft 1880 des „Zentralblatts f. d. ges. Forstwesen" an.

nicht nach allen Richtungen im Holzkörper gleichartig. Das Holz ist auffallend anisotrop.

Jene Größe, welche die Volumsveränderung an einer bestimmten Dimension des Holzkörpers angibt, die mit einer der Hauptrichtungen im Stamme: Axe, Radius oder Sehne zusammenfällt, nennt man lineares Schwindmaß, dasselbe drückt die Schwindung in Prozenten der Längeneinheit aus.

Von dem linearen Schwindmaße ist zu unterscheiden die Flächenschwindung und die Volumsschwindung, das ist die Differenz in der Oberflächenausdehnung oder in dem gesamten Körperinhalte des Holzes, welche sich aus dem Vergleiche bestimmter Teile der Oberfläche oder des ganzen Körperinhaltes im grünen und trockenen Zustande ergibt.

Die Oberflächen-Schwindung wird selten in Betracht gezogen; auch das lineare Schwindmaß nach der Axenrichtung des Holzes wird häufig seiner Geringfügigkeit wegen unbeachtet gelassen. Dagegen interessiert den Techniker zumeist das lineare Schwindmaß nach der radialen Richtung und dasselbe Datum bezüglich der Sehnenrichtung; den Forstmann die gesamte Schwindung des Körperinhaltes, die Volumen-Schwindung.

Nachdem die Schwindung die Folge der Abgabe von Wasserdünsten des Holzes an die umgebende Luft ist, so richtet sich die Dauer des Schwindungsprozesses in der Hauptsache nach der Dauer des Dünstungsprozesses. Genau genommen wird jedoch im Anfange des Trocknens die Feuchtigkeit aus den offenstehenden Holzporen austreten. Der Austritt dieser zuerst sich verflüchtigenden Feuchtigkeit äußert noch keine merkbare Wirkung auf die Dimensionen des Holzes. Je mehr aber die Spiegel- und Holzzellen die Feuchtigkeit im weiteren Verlaufe der Austrocknung abgeben, desto energischer tritt die Schwindung auf. Das Schwinden folgt also im Anfange zögernd, später unmittelbar und mehr proportional der Wasserabgabe.

Aus demselben Grunde ist die Rückwirkung des Feuchtigkeitsgehaltes in der Luft auf das Volumen des Holzes, sei sie eine Abnahme oder eine Zunahme, nicht eine augenblickliche, sondern die Volumsveränderungen folgen allmählich oder, wie Nördlinger sagt, „in einiger Entfernung“ jenen Veränderungen des Feuchtigkeitszustandes im Holze, die es seiner Hygroskopizität verdankt.

Die Dauer des Schwindens ist konform der Dauer des Austrocknens, bei den weichen Nadelhölzern eine auffallend geringere, als bei den harten Hölzern. Das langsam trocknende Kernholz schwindet langsamer, als der Splint.

Die von verschiedenen Schriftstellern behauptete Abhängigkeit des Schwindmaßes von dem spezifischen Gewichte, sei es das Grüngewicht oder Trockengewicht, Behauptungen, die übrigens vielfach miteinander im Widerspruche stehen, ist ausnahmslos unhaltbar. Es läßt sich nicht einmal eine Proportionalität zwischen dem Wassergehalte und dem Schwindmaße der Hölzer im allgemeinen nachweisen.

Robert Hartig hat eine sehr bemerkenswerte Studie über den Einfluß des Holzalters und der Jahrringbreite auf die Menge der organischen Substanz, das Trockengewicht und das Schwinden des Holzes angestellt, welche in mehreren Jahrgängen der „Untersuchungen des forstbotanischen Institutes München“ von 1882 ab publiziert ist.

Einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Dauer der Schwindung und die Größe derselben übt der Umstand aus, ob das Holz in vollkommen oder nur teilweise berindetem Zustande oder gänzlich entrindet der Austrocknung unterzogen wird. Es ist ferner von Bedeutung, ob das Schwindmaß an aus dem Massiv des Holzes herausgearbeiteten axialen, radialen oder Sehnen-Stäben gemessen wird, oder ob man die Schrumpfung der Radien und Sehnen an kompleten Stammscheiben untersucht. Auch bei diesen stellen sich wesentliche Unterschiede heraus, wenn die Zusammenziehung des Holzes durch einen Radialschnitt erleichtert wird. Nördlinger war der erste, welcher eine rationell angelegte Forschung

über die bei der Schwindung auftretenden Erscheinungen angestellt hat. Er hat den Einfluß der Rinde auf die Schwindung erwogen, ebenso die Schwindungs-Verhältnisse im Kern- und Splint-Halbmesser, an den Kern- und Splint-Sehnen, je nachdem dieselben frei gelegt oder im kompakten Holze befindlich waren.

Aus der Verschiedenheit des Kernes und Splintes in Beziehung auf ihr Verhalten beim Schwinden entstehen Erscheinungen, welche, wie das Klemmen, das ist die Verengerung von Schnittfugen, zuerst von Nördlinger mit großer Klarheit erörtert wurden.

Die Nördlinger'schen Untersuchungsmethoden haben in wenigen vereinzelten Fällen noch weitere Ausbildung erfahren[22]).

Nördlinger ließ sich bei seinen Arbeiten, welche gerade in dem Kapitel „Schwindung" besonders mustergiltig sind, hauptsächlich von der Absicht leiten, einerseits den Zusammenhang zwischen den Verschiedenheiten des anatomischen Baues des Holzes, dem Wassergehalt in den einzelnen Teilen des Holzes im Baume u. s. w. und andererseits den Vorgängen bei der Schwindung aufzufinden. Bei diesen Arbeiten steht Nördlinger als Botaniker und Holzanatom im Vordergrunde. Doch sind von ihm auch die Konsequenzen der Schwindungsverhältnisse bei verschiedenen Holzsortimenten: Spalthölzern, Pfosten, Brettern u. s. w., in so anschaulicher Weise dargestellt worden, daß sich eine große Zahl von Autoren auf dem Gebiete der Forstwissenschaft und Technik nicht versagen konnte, Nördlinger abzuschreiben und die erläuternden Figuren zu kopieren. So kommt es, daß man gewissen graphischen Darstellungen der Form und Abmessungen von verschiedenen Holzsortimenten nach vollzogener Schwindung in einer großen Anzahl von Büchern neuen und neuesten Datums begegnet. Wir können daher füglich darauf verzichten, nochmals eine Wiederholung dieser Darstellung unseren Lesern anzubieten. Der Vollständigkeit halber müssen wir aber hier eine kleine Tabelle über das Schwindmaß der technisch wichtigen Hölzer anfügen. Dabei ist in der Kolumne I das Schwindmaß in der Richtung der Fasern, in der Kolumne II dasselbe im Sinne des Radius und in der Kolumne III dasselbe in der Richtung der Jahrringsehnen angegeben.

	I.	II.	III.
Ahorn	0.11	2.06	4.13
Aspe	0.00	3.97	3.33
Birke	0.50	3.05	3.19
Eiche	0.00	2.65	4.13
Erle	0.30	3.16	4.15
Esche	0.26	5.35	6.90
Fichte	0.09	2.08	2.62
Föhre	0.00	2.49	2.87 [23])
Linde	0.10	5.73	7.17
Rotbuche . . .	0.20	5.25	7.03 [24])
Ulme	0.05	3.85	4.10
Weißbuche . .	0.21	6.82	8.00

Moeller beschränkt sich darauf, anzugeben, daß die Nadelhölzer im allgemeinen am wenigsten schwinden und die gebräuchlichsten Tischlerhölzer nach der Größe des Schwind-

22) Siehe Schwindungs-Versuche in: W. F. Exner, Studien über das Rotbuchenholz; Wien 1875 (S. 59).

23) Vergl. die interessante Monographie: R. Hartig, „Das spezifische Frisch- und Trockengewicht, der Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes." Berlin 1874.

24) Der Verfasser fand durch seine eigenen Untersuchungen bei Rotbuchenholz das Schwindmaß des Radius in der vollen Scheibe mit 4%, das Schwindmaß der Sehnen in der vollen Scheibe aber mit 8 1/5 %.

maßes in aufsteigender Reihe geordnet anzuführen, wie folgt: Ahorn, Pappel, Eiche, Ulme, Buche, Linde, Nuß.

Die Schwindung in der Faserrichtung beträgt durchschnittlich 0.1%, in der Sehnenrichtung durchschnittlich 10% und in der radialen Richtung durchschnittlich 5%. Von allen untersuchten Arten ausländischer Hölzer schwindet Mahagoniholz am wenigsten, nämlich nach der Breite, im Sinne der Spiegel nur 1.09%, im Sinne der Jahrringe nur 1.79%. —

Karmarsch knüpft an die einschlägigen Daten einer sehr vollständigen Tabelle folgende Bemerkungen:

Von dem bedeutenden Unterschiede zwischen der Schwindung des Längenholzes und jener des Querholzes überzeugt man sich oft an Zeichenbrettern u. dgl., welche mit sogenannten Hirnleisten oder eingeschobenen Gratleisten versehen sind, indem hier nach längerer Zeit, wenn das Brett durch Eintrocknen schmäler geworden ist, die Enden der erwähnten, nicht merklich verkürzten Leisten über den Rand etwas vorspringen. — Hölzerne Gemäße (zu Korn, Mehl rc.) werden häufig durch Rundbiegen eines — gespaltenen oder geschnittenen — dünnen Eichenholzbrettes gebildet, wobei die Fasern in der Peripherie herum liegen, die Gemäßwand ihrer Höhe nach aus Querholz besteht; auf solche Weise verfertigt, verkleinern sie ihren Fassungsraum durch Austrocknung, oder vergrößern sie denselben durch Feuchtigkeit bemerkbar mehr, als wenn das Gemäß aus Stäben (Dauben) zusammengesetzt ist; denn im letzteren Falle ist in der Richtung der Wandhöhe Längenholz, welches viel weniger schwindet und quillt. Nach genauen Versuchen vergrößerten Gemäße von rundgebogenem Eichenholze, bei welchen die Tiefe sehr nahe dem inneren Durchmesser gleich kam, nachdem sie zuerst im warmen Zimmer ausgetrocknet waren, durch achttägiges Verweilen in einem feuchten Keller ihren Inhalt um 1—2⁴/₅% (durchschnittlich nahe 2%); wogegen die Vergrößerung bei den aus Stäben zusammengesetzten Gemäßen (halb so tief als weit) nur ¹/₂₀ bis ²/₅% (im Durchschnitte etwa ¹/₅%) betrug.

Von Hölzern, welche geringe Unterschiede in den Abmessungen bei dem durch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft auftretenden Schwinden und Quellen zeigen, sagt man, daß sie „gut stehen“. Im Gegensatze hiezu bezeichnet der Sprachgebrauch den Umstand, daß das Holz verschiedene Volumina annimmt, mit den Worten „es arbeitet“.

Nördlinger stellte 1878 einen Versuch an, um sich zu überzeugen, ob gequelltes oder kurze Zeit geflößtes Holz eine andere Schwindungsgröße habe als ein von der Art weg trocken aufbewahrtes Holz, und fand, daß ein solcher Unterschied, entgegen der allgemeinen Annahme, nicht bestehe.

Ueber die Zunahme der Abmessungen des Holzes bei neuerlicher Steigerung des Feuchtigkeitsgehaltes nach vorangegangener Austrocknung, die sogenannte Quellung des Holzes, wurde bereits an einer früheren Stelle, soweit es notwendig, gesprochen.

Bisher war nur von den Schwindungs-Erscheinungen die Rede, welche die natürliche Austrocknung begleiten. Es kann nicht überraschen, daß die fortgesetzte Trocknung auf künstlichem Wege auch zu einer Steigerung der Schwindung führt, nachdem im Wege der künstlichen Trocknung noch ein Teil des Wassergehaltes aus dem lufttrockenen Holze beseitigt werden kann. Anders stellt sich das Ergebnis des Vergleiches, wenn man, wie dies Nördlinger in den Jahren 1876 und 1877 gethan hat, die rasche künstliche Austrocknung, welche an Stelle der natürlichen tritt und nicht die Fortsetzung der letzteren bildet, in Beziehung auf Schwindungs-Ergebnisse untereinander vergleicht [25]).

Nördlinger nahm dabei eine für die Holz verarbeitenden Gewerbe interessante Frage neuerdings auf, welche schon von Duhamel studiert wurde. Zum gedachten Zwecke wurden Probestücke von Fichte, Buche, Eiche und Esche in der Baldauf'schen Werkzeugfabrik in Stuttgart dadurch getrocknet, daß die Halbtrümer 4—5 Tage in einem Dampfraume untergebracht wurden, der mit dem Abdampfe der Dampfmaschine gespeist worden war. Hierauf gelangte das Holz auf etwa 3 Wochen in eine Trockenkammer von der Temperatur von 60—90°. Die auf diese Art getrockneten, „gedörrten“ Hölzer wurden mit den auf

25) Siehe „Zentralblatt für das gesamte Forstwesen“, Jahrg. 1879 (S. 293).

natürlichem Wege getrockneten Hölzern in verschiedenen Beziehungen verglichen und das Resultat der Experimente, welches sich auch noch auf andere Verhältnisse als die Volumsveränderung bezieht, lassen wir hier den Hauptsätzen nach folgen.

Gedörrtes Holz, weil trockener als das entsprechende natürlich belassene, erreicht seine endliche Trockenheit und damit sein geringstes Lufttrockenvolumen früher als das natürliche.

Gedörrtes Holz zeigte, feuchter Luft ausgesetzt, geringere Dunstabsorption als natürliches. Es ist aber zweifelhaft, ob diese nicht zufälligen Umständen zuzuschreiben sei.

Bei und trotz dieser geringen Dunstaufnahme arbeitete, d. h. quellte, das gedämpfte Holz um einige Prozente mehr als natürliches. Auch diese Thatsache scheint zweifelhaft.

Das spezifische Trockengewicht gedämpften und natürlichen Holzes stellt sich überraschend gleich, so daß wohl der behauptete Gewinn größerer Härte durch Dämpfen und Dörrung unbedeutend sein muß.

In keinem Falle leiden die Zug- und die Druckfestigkeit durch die künstliche Austrocknung.

Diese Arbeit Nördlinger's verdiente, wie so manche andere desselben Autors, in größerem Maßstabe wiederholt zu werden.

Wir können dieses Kapitel nicht schließen, ohne jener bemerkenswerten Arbeit zu gedenken, welche, im Auftrage der Direktion der Domänen und Forste des Kantons Bern im Jahre 1877 ausgeführt, im Jahre 1883 anläßlich der schweizerischen Landesausstellung revidiert, ergänzt und publiziert wurde. Der Forstinspektor J. A. Frey in Münster hat nämlich die Gewichts- und Volums-Veränderung an einer Reihe jurassischer Waldbäume untersucht, indem aus dem frischen Holze Würfel von 1 dm Seite hergestellt und dann in 4 Stadien der Austrocknung, „sommertrocken", „abgetrocknet", „ausgetrocknet" und „dürr", endlich im verkohlten Zustande in Beziehung auf spezifisches Gewicht und Volumen untersucht wurden. Wenn man sich auch über die absolute Richtigkeit, respektive Brauchbarkeit dieser Erhebungen ebensowenig als der Versuchsansteller Illusionen hingeben darf, so dürfte es doch im Hinblicke auf die relative Richtigkeit der Versuchsergebnisse begründet sein, hier ein Resümee derselben mitzuteilen.

Name der Holzarten.	Grün.	Sommertrocken.	Ausgetrocknet.			Dürr.			Verkohlt.		
	Spezif. Gewicht	Spezif. Gewicht	Spez. Gew.	Volumen	Totales Schwindmaß	Spez. Gew.	Volumen	Totales Schwindmaß	Spez. Gew.	Volumen	Totales Schwindmaß
				ccm	%		ccm	%		ccm	%
Eiche	1.0745	0.9852	0.804	939	6.1	0.766	867	13.1	0.387	648	35.2
Esche	0.8785	0.8304	0.771	916	8.4	0.746	835	16.5	0.371	523	47.7
Buche	1.0288	0.8160	0.747	616	8.4	0.700	856	14.4	0.319	569	43.1
Kiefer	0.8734	0.7828	0.678	933	6.7	0.662	865	13.5	0.351	492	50.8
Ulme	0.9166	0.7502	0.635	930	7.0	0.595	885	11.5	0.284	586	41.4
Eibe	0.9030	0.7106	0.696	979	2.1	0.642	911	8.9	0.262	804	19.6
Ahorn	0.9210	0.7044	0.637	966	3.4	0.604	911	8.9	0.247	693	30.7
Aspe	0.8809	0.6398	0.515	922	7.8	0.463	879	12.1	0.179	672	32.8
Lärche	0.7633	0.6112	0.607	831	6.9	0.560	895	10.5	0.238	733	26.7
Weißtanne	0.8041	0.5878	0.527	954	4.6	0.510	886	11.4	0.214	713	28.7
Linde	0.7690	0.5810	0.505	889	11.1	0.484	831	16.9	0.240	511	48.9
Rottanne	0.5266	0.4931	0.487	939	6.1	0.457	887	11.3	0.193	729	27.1

4. Folgen der Hygroskopizität und Volumsveränderlichkeit.

§ 18. Nachdem das Schwinden in den den verschiedenen Baumteilen zugehörigen Holzkörpern, wie oben gezeigt wurde, in verschiedenem Maße stattfindet und dabei außerdem wieder in jedem Teile für sich verschieden nach den Hauptabmessungen ist, so ergibt

sich von selbst, daß das Schwinden nicht nur zu einer Volums-Verkleinerung, sondern auch zu einer Gestaltsveränderung führt, welche umsomehr die Bezeichnung „Deformation" verdient, als die durch das Schwinden hervorgerufene neue Gestalt meistens für die gewerbliche Verwertung, bezw. weitere Verarbeitung des Rohstoffes unbequem ist.

Ebenso wird ein im trockenen Zustande zugerichteter oder verarbeiteter Holzkörper durch die Aufnahme von Feuchtigkeit und das daraus resultierende Anquellen gleichfalls eine neue Gestalt annehmen und diese Deformation wird häufig den bei der Verarbeitung vor Augen gehabten Zweck vereiteln, nicht selten zur Zerstörung oder Verminderung des Wertes oder der Gebrauchsfähigkeit des Objektes beitragen. Dieses Verhältnis, welches im allgemeinen mit „Werfen des Holzes" bezeichnet wird — das Holz „wirft" oder „verzieht sich" —, tritt in um so drastischerem Maße auf, je größer der Abstand in dem Verhalten der zu einem Holzkörper organisch verbundenen Holzteile ist. Die verschiedenen einzelnen in der Praxis vorkommenden Fälle des Schwindens von Halbholz, Viertelholz, Kantholz, Brettern, Spaltholz u. s. w. sind in der Mehrzahl der Lehrbücher abgehandelt und zu bekannt, um hier neuerdings erörtert zu werden.

Kann sich die aus dem Schwinden oder Quellen entspringende Deformation nur dadurch vollziehen, daß an einzelnen Teilen die Kohäsion der Holzsubstanz überwunden wird, so entstehen Spalten, Klüfte oder Risse, man sagt dann: „das Holz reißt". Meistens sind diese Art von Rissen als aus der Schwindung entspringende Fehler des Holzes zu erkennen, man nennt sie „Schwindrisse", „Trockenrisse" und je nach der Lage derselben „Strahlenrisse", wenn sie von der Peripherie des Holzes ausgehen; „Kernrisse", wenn sie aus der Achse des Baumes entspringen und sich gegen den Umfang zu verlieren.

Beim Reißen des Holzes können entweder „weitklaffende Sprünge" oder viele kleine „Rißchen" entstehen; das letztere schädigt den Gebrauchswert natürlich in geringerem Maße.

Die Behandlung des Holzes vor, während und nach der Fällung, die gänzliche oder teilweise Entrindung, das successive Vorgehen bei der Entrindung, verschiedene Maßregeln zur Verlangsamung des Trocknungsprozesses, namentlich an den Hirnflächen, ferner Vorkehrungen mechanischer Art gegen die Deformation: alles das, vereinzelt oder nach Gruppen vereinigt, bildet das Verfahren, welches von dem Praktiker eingeschlagen wird, um das „sich werfen" und „Reißen" des Holzes zu vermindern oder bis zu einem gewissen Grade unschädlich zu machen. Dieses Gebiet bildet ein dankbares Feld für das Vorurteil, aber ebensosehr eine Domäne der praktischen Erfahrung. Es kann nicht unsere Sache sein, hier die verschiedenen Rezepte beglaubigten oder nicht beglaubigten Ursprunges für die Behandlung des Holzes anzuführen. Es ist vielmehr Sache der Technologie, den Holzindustriellen zu lehren, wie er mit den Eigentümlichkeiten des Holzes zu rechnen hat, welche im Gefolge des Schwindens und Quellens des Holzes auftreten.

III. Mechanisch-technische Eigenschaften.

1. Elastizität und Festigkeit.

§ 19. Die Kenntnis der Elastizitäts- und Festigkeits-Eigenschaften des Holzes, welche in die Gruppe „mechanische Eigenschaften" fallen, ist bis in die jüngste Zeit sehr zurückgeblieben.

Bei dem stetigen raschen Fortschritte, welchen die mechanische Technik überhaupt genommen hat, überrascht es, daß wir gerade auf diesem einen Gebiete — mit Ausnahme der wenigen Ergebnisse, welche dem verflossenen letzten Dezennium angehören — fast keine positiven Daten besitzen.

Die Wichtigkeit solcher Versuche, welche uns zuverlässige Aufschlüsse über die „Qualität" der verschiedenen Konstruktionshölzer geben, braucht wohl nicht erst besonders hervor-

gehoben zu werden, da über die „Bedeutung des Holzes als Baumaterial" ja kaum ein Zweifel besteht. Nicht nur wissenschaftlichen Spekulationen — sondern auch den praktischen Bedürfnissen sollte die Vornahme jener Versuche in erster Linie dienen, welche die Ermittlung obiger Eigenschaften zum Gegenstand hat.

Dem Techniker brauchbare Daten über die Festigkeits-Eigenschaften der Hölzer zu geben, ist zunächst der leitende Gedanke gewesen, welcher den „Versuchs-Anstellern" vorschwebte, und erst im Wege der Diskussion der gewonnenen Resultate ist die Frage reif geworden: „in welchem Zusammenhang steht der Bau des Holzes mit den mechanischen Eigenschaften desselben?" Die Lösung dieser Frage erheischt zunächst, ein Relation zu finden zwischen den mechanischen Eigenschaften des Holzes und den physikalischen, z. B. die Dichtigkeit und der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes. Die Bekanntschaft mit jenen Beziehungen, welche zwischen den mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Holzes bestehen, ist aber andererseits notwendig, da sonst ein Vergleich jener gewonnenen Resultate, die unter verschiedenen Verhältnissen, vorzugsweise bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden der Probestücke, angestellt wurden, unmöglich wäre. Hier stehen wir aber vor einer Aufgabe, welche eine Fülle von im gegenseitigen Abhängigkeits-Verhältnis sich befindlichen Faktoren in sich vereinigt und die, wie wir sogleich hervorheben wollen, heute noch so viel wie ungelöst erscheint. Wohl haben sich mehrere, auf dem Versuchswesen als Kapazitäten anerkannte Personen bemüht, der Lösung dieser Frage näherzukommen, allein die zu besiegenden Schwierigkeiten sind kaum zu überwältigen.

Schon aus der einfachen Aufzählung der wichtigsten Eigenschaften des Holzes, welche hier in Zusammenhang zu bringen sind, läßt sich auf die Schwierigkeit und Ausdehnung der Versuche schließen, welche sich dem Forscher entgegenstellen.

Die Hauptfragen sind: Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Elastizität und Festigkeit des Holzes und der Dichtigkeit und dem Feuchtigkeitsgehalt desselben; wie verhalten sich die ersteren Eigenschaften sowohl in Beziehung auf die Höhenlage der Probestücke im Stamme selbst als auch gegenüber der Lage im Querschnitt, d. i. in Beziehung auf die Nord-, Süd-, West- und Ost-Seite; in welchem Abhängigkeits-Verhältnis stehen Kernholz, Reifholz und Jahrringbreite zu den genannten Eigenschaften? Nebst diesen Beziehungen, welche sich auf den anatomischen Bau des Baumes beziehen, besteht aber noch der Zusammenhang der Festigkeits-Eigenschaften mit der eigentlichen Holzsubstanz, ihrer Qualität und ihrer chemischen Zusammensetzung.

Stellen nun die im Voranstehenden gegebenen Fragen schon ein überaus großes Arbeitsgebiet für den Forscher dar, so erweitert sich dasselbe noch in beträchtlichem Maße dadurch, daß alle oben angeführten Eigenschaften noch in Beziehung zu bringen sind mit den Fragen nach dem Einfluß des Bodens und der Fällungszeit des Holzes auf dessen mechanische und physikalische Eigenschaften. Berücksichtigt man ferner, daß der Einfluß der Fällungszeit und des Standortes auf die Dauerhaftigkeit des Holzes zu obigen Fragereihen hinzutritt, wodurch erst die in Rede stehenden Forschungsaufgaben als nahezu erschöpfend aufgezählt zu betrachten sind, so dürfte die Fülle des sich darbietenden Materiales erkannt werden, welches aber dadurch noch einen geradezu überwältigenden Umfang nimmt, wenn man bedenkt, daß die Erforschung obiger Daten sich nicht nur auf eine Holzart zu beziehen hat, sondern auf eine nicht unbeträchtliche Zahl von Holzarten auszudehnen ist, da die zur praktischen Verwendung gelangenden europäischen Hölzer allein schon bekanntlich eine stattliche Reihe ausmachen.

§ 20. Bevor wir auf die gewonnenen Resultate selbst übergehen, wollen wir im Nachstehenden die für das Verständnis dieses Kapitels notwendigen Definitionen und Formeln der Festigkeitslehre wiedergeben und bemerken, daß wir uns in der Bezeichnung der Festigkeitsformeln an jene durch Prof. J. Bauschinger gewählte anschließen.

Unter Festigkeit versteht man den Widerstand, welchen ein fester Körper der Trennung seiner Teile entgegenstellt oder mit andern Worten jene Kraft, welche zur Aufhebung ihres Zusammenhanges notwendig ist.

Elastizität ist der Widerstand, den ein fester Körper der vorübergehenden Formänderung entgegensetzt.

Im gewöhnlichen Leben versteht man unter Elastizität jene Eigenschaft, welche ein Körper besitzt, indem derselbe bei einer durch die Einwirkung einer äußeren Kraft erlittenen Veränderung der Lage seiner Teile zu einander bestrebt ist, nach Aufhören dieser Kraftäußerung wieder in seine ursprüngliche Gestalt zurückzukehren.

Ein Körper kehrt entweder vollständig in die frühere Lage seiner Teile zu einander zurück oder nur teilweise und dabei gibt es eine Grenze des Gebietes des ersten Falles der Elastizität, welche man mit dem Ausdrucke Elastizitätsgrenze bezeichnet; man versteht demnach hierunter den äußersten Grad der Formänderung, bis zu welchem man sicher ist, daß der Körper nach Beseitigung der auf ihn einwirkenden Kraft wieder in seine ursprüngliche Form (Lage seiner Teile) zurückkehrt. Es gibt Körper, die sofort bei der Inanspruchnahme über die Elastizitätsgrenze hinaus in Stücke zerspringen (spröde Körper) und solche, die noch eine weitere Formveränderung zulassen (geschmeidige, zähe Körper).

Elastizitätsmodul (das Maß der elastischen Nachgiebigkeit eines Materiales) ist die Spannung (Kraft pro Flächeneinheit des Querschnittes), bei welcher ein prismatischer, in seiner Längenrichtung beanspruchter Körper innerhalb seiner Elastizitätsgrenze um seine ganze Länge ausgedehnt oder zusammengepreßt werden könnte, falls dies die Substanz zulassen würde.

Tragmodul ist die Spannung, welche der Elastizitätsgrenze entspricht.

Der Zug- und Druckfestigkeit entsprechen ein Zug- und Druck-Tragmodul.

Bruchmodul hingegen nennt man die Spannung, welche den Bruch des Holzes herbeiführt.

Alle Moduli drückt man in Kilogrammen aus und bezieht sie auf einen Quadrat-Zentimeter Querschnitt, sollten jedoch große Kräfte zur Ueberwindung der mechanischen Eigenschaften (bei Verwendung großer Querschnitte) erforderlich sein, so drückt man die Kräfte bequemer in Tonnen à 1000 kg aus und gibt die Querschnittsfläche in Quadrat-Zentimeter an. Außerdem kann man die Moduli in Atmosphären ausdrücken (at, unter Atmosphäre 1 kg pro qcm verstanden).

§ 21. Die verschiedenen Arten von Festigkeiten, welche wir zu unterscheiden haben, sind folgende:

a) Zugsfestigkeit oder absolute Festigkeit, d. i. der Widerstand, welchen das Holz der Trennung seiner Teile durch Zerreißen oder Abreißen entgegensetzt, wenn Kräfte in der Richtung der Faser[26]) ziehend oder spannend wirken;

b) Quer-Zugsfestigkeit, der Widerstand, den das Holz gegen das Zerreißen leistet, vorausgesetzt, daß die Richtung des Zuges rechtwinkelig gegen die Lage der Fasern[27]) steht.

c) Druckfestigkeit. Ist die Kraft gerade entgegengesetzt der Zugsfestigkeit, so wird der Körper auf seine Druckfestigkeit beansprucht, vorausgesetzt, daß die Länge des Stabes im Vergleiche zu dessen Querschnitts-Abmessungen nicht zu groß sei. Ist die Länge des Stabes so viel mal größer als seine Querschnitts-Abmessungen, daß dem Bruche eine Durchbiegung vorangeht, so wird der Stab auf

d) Zerknickungs- oder Säulen-Festigkeit beansprucht, denn hier kommt neben der Druck- auch die Biegungs-Festigkeit gleichzeitig in Betracht.

e) Die Biegungs-Festigkeit oder relative Festigkeit, d. h. der

---

26) Bezeichnet mit || zur Faser.
27) „ „ ⊥ zur Faser.

Widerstand gegen das Zerbrechen, wobei das Holz an einem Ende oder an beiden Enden unterstützt (befestigt) ist und eine Kraft rechtwinkelig gegen die Fasern, sowie gegen die Hauptdimension (Länge) des Stückes wirkt.

Die Biegsamkeit des Holzes läßt sich ausdrücken durch die äußerste Größe der Biegung, welche unter festgesetzten Umständen ein an seinen beiden Enden unterstützter, in der Mitte seiner Länge belasteter Stab annimmt, bevor er bricht. In diesem Sinne gebraucht man dafür auch den Ausdruck Zähigkeit. Frisches (grünes), durchnäßtes und gedämpftes Holz ist in viel höherem Grade biegsam oder zäh als trockenes. Soferne das Holz nach solcher Behandlung die ihm aufgezwungene Form beibehält, spricht man von dessen Formbarkeit.

f) Die Drehungs- oder Torsions-Festigkeit ist der Widerstand, welchen ein Körper der Verdrehung um seine geometrische Achse entgegensetzt.

g) Die Festigkeit gegen das Verschieben oder Abscherungs-Festigkeit, welche sich äußert, wenn durch eine in der Richtung der Fasern oder senkrecht zu derselben wirkende Kraft, ein Teil der Fasern längs der übrigen Holzmasse fortgeschoben oder fortgezogen und dadurch von derselben abgetrennt oder abgerissen werden soll.

h) Die Spaltungsfestigkeit, d. i. der Widerstand gegen Trennung der Fasern durch einen zwischen sie eindringenden, keilförmigen Körper. Geht diese Trennung leicht vor sich, so bezeichnet man diese Eigenschaft als Spaltbarkeit. Nach den Ebenen der Spiegelfasern ist diese in der Regel größer als nach der Sehne der Jahresringe; gar nicht „spaltbar" sind die Maserhölzer.

i) Härte oder Schnittfestigkeit ist der Widerstand des Holzes gegen das Eindringen eines schneidigen Werkzeuges in dasselbe.

§ 22. Der Lehre von der Elastizität und Festigkeit der Materialien, die uns Aufschluß über die Widerstände gibt, welche feste Körper den auf sie von außen einwirkenden Kräften entgegenstellen, sind die nachstehenden Formeln entnommen, welche zur Berechnung der durch Versuche gewonnenen Daten erforderlich sind.

1) Zug- und Druckfestigkeit.

Die Belastung P, welche ein auf Zug- oder Druckfestigkeit in Anspruch genommener Körper zu tragen vermag, ist:

$$P = \frac{\Delta l}{l} F . \varepsilon,$$

wobei Δl die Verlängerung beziehungsweise Verkürzung der ursprünglichen Länge l des Stabes für die Belastung P, F den Querschnitt des Stabes und ε den Elastizitätsmodul bezeichnet.

2) Zerknickungs- oder Säulen-Festigkeit[28]).

28) Prof. Bauschinger hat in seinen „Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der k. techn. Hochschule zu München, 15. Heft, 1887" gelegentlich der Durchführung von Zerknickungsversuchen gußeiserner und schmiedeiserner Säulen nachgewiesen, daß die auf empirischem Wege gewonnene Knickungsformel von Laißle und Schübler für den praktischen Zweck der Dimensionsbestimmung gewählt werden muß und gefunden, daß dieselbe namentlich bei solchen Versuchsstücken, welche mit flachen Enden an festen Druckplatten liegen, mit den gewonnenen Versuchsresultaten eine sehr gute Uebereinstimmung gibt.

Diese Knickungsformel lautet:

$$P_0 = \beta_0 F \frac{1}{1 + k\frac{F l^2}{\Theta}}$$

In dieser Formel bedeutet P_0 die zur Zerknickung der Säule erforderliche Kraft in Kilogramm, wenn β_0 die Druckfestigkeit würfelförmiger Stücke aus demselben Material in Kilogramm per qcm bezeichnet, F den mittleren Querschnitt in qcm, Θ das Trägheitsmoment desselben und l die Länge der Säule in Zentimetern.

(Der Koeffizient k wurde für Fichtenholz von Bauschinger mit 0.00006 gefunden, während Laißle und Schübler denselben mit 0.00016 bis 0.00024 angeben.)

Die Bruchbelastung P eines auf Zerknicken beanspruchten Stabes ist, je nach der Befestigungsweise der Stabenden, wenn:

1) ein Ende fest (eingeklemmt), das andere frei ist,

$$P = \frac{\pi^2}{4}\,\frac{\varepsilon\Theta}{l^2};$$

2) beide Enden frei und in der ursprünglichen Achse geführt

$$P = \pi^2\,\frac{\varepsilon\Theta}{l^2};$$

3) ein Ende fest, das andere frei in der Achse geführt

$$P = 2\pi^2\,\frac{\varepsilon\Theta}{l^2};$$

4) beide Enden fest und in der ursprünglichen Stabachse geführt

$$P = 4\pi^2\,\frac{\varepsilon\Theta}{l^2},$$

wobei l die Länge der Säule, Θ das Trägheitsmoment des Querschnittes in der Mitte des Stabes und ε den Elastizitätsmodul bezeichnet.

3) Biegungsfestigkeit.

Die biegende Kraft

$$P = \tfrac{2}{3}\,\frac{bh^2\delta}{l} \text{ oder } \delta = \tfrac{3}{2}\,\frac{P.l}{bh^2},$$

wobei δ die Biegungsspannung in den äußersten Fasern, P die in der Mitte konzentrierte Kraft, l die Spannweite, b und h des Querschnitts Breite und Höhe bezeichnen.

Bedeutet ε den Elastizitätsmodul, Θ das Trägheitsmoment des Querschnittes und f den Biegungspfeil, so ist

$$\varepsilon = \tfrac{1}{48}\,\frac{Pl^3}{f.\Theta} = \tfrac{1}{4}\,\frac{Pl^3}{fbh^3}.$$

4) Torsions-Festigkeit.

Bezeichnen:

τ die Maximalschubspannung, welche beim kreisförmigen Querschnitt ringsum in der Peripherie, beim quadratischen in den Seitenmitten, beim elliptischen an den Enden der kleinen Halbachse und beim rechteckigen Querschnitt in den Mitten der Langseiten stattfindet,

T das Torsionsmoment = der Kraft P mal dem Hebelarm l, an welchem die Kraft P wirkt,

w die durch dasselbe hervorgebrachte Verdrehung zweier Querschnitte gegeneinander;

r den Radius des Kreises, auf welchem w als Bogen gemessen wird;

e die gegenseitige Entfernung jener beiden Querschnitte;

F den Flächeninhalt und

Θ' das polare Trägheitsmoment eines Querschnittes, bezogen auf dessen Schwerpunkt;

a, b die große und kleine Halbachse eines elliptischen oder die große und kleine Halbseite eines rechteckigen Querschnittes, speziell aber

a den Radius eines kreisförmigen oder die Halbseite eines quadratischen Querschnittes,

Θ_α das Trägheitsmoment des Querschnittes in Bezug auf eine, durch seinen Schwerpunkt gehende, mit der Achse a zusammenfallende, oder mit der Seite a parallelle Momentenachse und

η den Schubelastizitätsmodul, so ist

$$\tau = x'\,\frac{T}{\Theta\alpha}\,b \text{ und}$$

$$\eta = x\,\frac{T}{w}\,\frac{\Theta'}{F^4}\,er.$$

In diesen Formeln bedeuten x und x' Koeffizienten, welche für die verschiedenen Querschnittsformen nach Saint-Venant folgende Werte besitzen:

Für den kreisförmigen und elliptischen Querschnitt ist

$$x = 4\pi^2 = 39{,}48 \text{ und } x' = 0{,}5,$$

für den rechteckigen Querschnitt mit dem Seitenverhältnis:

1 : 1 ist $x = 42{,}68$ und $x' = 0{,}75$

1 : 2 ist $x = 42{,}00$ und $x' = 0{,}75$

1 : 4 ist $x = 40{,}20$ und $x' = 0{,}75$.

5) Abscherungs-Festigkeit.

Bezeichnet man mit P die abscheerende Kraft in kg, F den abgescheerten Flächeninhalt in qcm, so hat man als Maß für die Abscherungs- oder Scherfestigkeit

$$S = \frac{P}{F}.$$

Es stellt also die Scherfestigkeit die Kraft in Kilogrammen vor, welche notwendig ist, um eine Fläche von 1 qcm abzuscheren; d. h. ist die abscherende Kraft parallel zur Richtung der Holzfaser, so ist die Scherfestigkeit jene Kraft in Kilogrammen ausgedrückt, welche erforderlich ist, um die Parallelkohäsion pro 1 qcm zu überwinden.

§ 23. Die Beschreibung der bei den Versuchen benützten Maschinen mit in den Rahmen dieser Arbeit aufzunehmen, würde viel zu weit führen, doch halten wir es für angemessen, jene Quellen anzugeben, aus denen die Konstruktion der Versuchsapparate entnommen werden kann. Eine kurz gehaltene Uebersicht der Litteratur, welche die Versuchsreihen der verschiedenen Autoren enthält, wurde bereits in der „Einleitung" gegeben. Die Resultate, welche ältere Autoren gefunden haben, hier zu benutzen, halten wir nicht für angezeigt. Wohl ist es höchst lehrreich, die Art und Weise der Durchführung auch dieser älteren Versuche zu verfolgen, da sie zeigen, mit welch' geringwertigen technischen Hilfsmitteln die Versuche durchgeführt wurden; die Resultate bewegen sich aber innerhalb so weit von einander entfernten Grenzen, woran nicht nur die Heterogenität des Versuchsmateriales, sondern vielmehr auch die primitiven Versuchsapparate Schuld tragen, daß dieselben für die praktische Benutzung kaum mit Vorteil Anwendung finden können. Wir beschränken uns daher auf die Wiedergabe der Versuchsresultate, welche die neueren Forscher gefunden haben, aus dem Grunde, weil dieselben mit Versuchsstücken größerer Dimension und mit Versuchsapparaten gearbeitet haben, welche die Ablesung der Beobachtungsresultate entweder gleich genau oder doch mit nahezu gleicher Präzision zuließen.

Zu den vollkommensten Festigkeits-Maschinen gehört die Maschine von Ludwig Werder, welche von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Nürnberg", vormals Klett u. Co. ausgeführt wird. Die zu dieser Maschine gehörigen Instrumente zum Messen der Gestalts-Veränderung der Probekörper, konstruiert von Prof. J. Bauschinger, werden in dem mechan. technischen Laboratorium der K. techn. Hochschule in München ausgeführt. Die Beschreibung der Maschine sowohl als der dazu gehörigen Instrumente ist in der von der genannten Fabrik publizierten Schrift: „Die Maschine zum Prüfen der Festigkeit der Materialien, konstruiert von L. Werder", München 1882, zu finden. Auch enthalten die von Bauschinger herausgegebenen „Mitteilungen aus dem mechan. technischen Laboratorium der K. technischen Hochschule in München" sowohl die Beschreibung der Maschine als auch jene der gelegentlich der Vornahme von Versuchen benützten speziellen Hilfsmittel und Instrumente.

Mit dieser Maschine sind sowohl die Versuche von Bauschinger durchgeführt worden als auch jene, welche der Vorstand der eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich Prof. L. Tetmajer und der Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien Karl v. Jenny bezüglich der Festigkeit des Holzes unternommen haben.

Nebst den Arbeiten der drei genannten Autoren sind noch zu berücksichtigen: die Untersuchungen von Karl Mikolaschek, welcher sich der Gollner'schen Festigkeitsmaschine bediente (siehe „Technische Blätter" Jahrgang 1877 bis 1884) und die Arbeiten von Prof. Ernst Hartig, welcher seine Versuche mit einem Schlagapparat, ausgeführt in der Sächsischen Maschinenfabrik zu Chemnitz, vorgenommen hatte.

Jene Untersuchungen, welche vom Verfasser gelegentlich der „Studien über das Rotbuchenholz, Wien 1875" in Beziehung auf die rückwirkende Festigkeit dieses Holzes angestellt worden sind, wurden mit einer englischen hydraulischen Presse durchgeführt, welche eine Drucksteigerung bis zu 12000 kg auf die Preßkolbenfläche von 25,52 Quadrat-Zentimeter zuläßt, und deren Einrichtung einer näheren Beschreibung kaum erst bedarf, da die Konstruktion dieses Apparates von jenen der gewöhnlichen hydr. Pressen nicht abweicht. Mit dem gleichen Apparate sind jene Untersuchungen vorgenommen worden, welche zur Lösung der Frage der technischen Verwendung des Ailanthus-Holzes mit besonderer Berücksichtigung des Wagenbaues (siehe Mitteilungen des Techn. Gewerbe-Museums Nr. 62) in Ausführung gebracht wurden [29]).

§ 24. Im Nachstehenden geben wir nun im Auszuge die Resultate jener Versuchsreihen, welche mit den eben zitierten Maschinen von den folgenden Autoren gewonnen wurden:

Karl Mikolaschek, Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der wichtigsten Bau- und Nutzhölzer Böhmens. Separatabdruck aus den Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs Band II, Heft I, Wien 1879".

K. Jenny, Untersuchungen über die Festigkeit der Hölzer aus den Ländern der ungarischen Krone. Budapest 1873.

Dr. W. F. Exner, Studien über das Rotbuchenholz. Wien 1875.

Georg Lauboeck, die technische Verwendung des Ailanthus-Holzes mit besonderer Berücksichtigung des Wagenbaues. Mitteilungen des Technologischen Gewerbe-Museums Nr. 62. 1885.

Dr. E. Hartig, Untersuchungen über den Einfluß der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Fichtenholzes, ausgeführt an der kgl. sächs. forstlichen Versuchsstation zu Tharand und am kgl. sächs. Polytechnikum zu Dresden. 1876.

L. Tetmajer, Methoden und Resultate der Prüfung der schweizerischen Bauhölzer. Zürich 1883.

J. Bauschinger, Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit von Fichten- und Kiefern-Bauhölzern; Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der K. technischen Hochschule in München, 1883 und 1887.

§ 25. Die Versuche von Mikolaschek hatten den Zweck, die Elastizität und Festigkeit der wichtigsten Bau- und Nutzhölzer Böhmens hinsichtlich der Lage des Holzes im Stamme selbst zu ermitteln. Die Untersuchungen erstreckten sich auf 14 verschiedene Holzarten. Von diesen Hölzern wurde vom untersten Teile sowie von jenem Teile des Stammes, der in einer gewissen Höhe über dem Stocke lag, und endlich vom Astholz je ein meterlanges Stück samt Rinde entnommen und der Untersuchung auf folgende Arten von Festigkeit unterzogen:

1. Zugfestigkeit in der Richtung der Fasern,
2. Druckfestigkeit in der Richtung der Fasern,
3. Biegungsfestigkeit,
4. Torsionsfestigkeit,

---

29) Eine sehr hübsche, übersichtliche Darstellung der Einrichtung und Ausrüstung aller wichtigeren mechanisch-technischen Laboratorien findet man in der kürzlich erschienenen Monographie: The Use and Equipment of Engineering Laboratories by Alexander Blackie William Kennedy, London: Published by the Institution of Civil Engineers, 1887.

5. Abscherungsfestigkeit sowohl in der zu den Fasern parallelen als auch in einer darauf senkrechten Richtung.

Bei den ersten vier Festigkeitsarten wurden bestimmt: die Elastizitätsgrenze sowie die Formveränderungen an derselben, der Elastizitätsmodul innerhalb der Elastizitätsgrenze, die Bruchgrenze und bei den Biegungs- und Torsionsversuchen auch die bleibenden Formveränderungen an derselben. Bei den Abscherversuchen konnte natürlich bloß die Bruchgrenze bestimmt werden. Die Veröffentlichung der Resultate enthält eine Tabelle, welche zusammenfaßt: Namen der Holzart, Stelle des Baumes, welcher das betreffende Probestück entnommen wurde; die Zahl der Jahresringe; den mittleren Durchmesser und den Standort; die Lage und Bodenbeschaffenheit; endlich das Revier, aus dem die untersuchten Hölzer kamen. Die sämtlichen Probestücke konnten zu Zeit der Durchführung der Versuche als vollkommen lufttrocken bezeichnet werden.

Zur Erprobung des Holzes auf seine Zugsfestigkeit in der Faserrichtung wurden Probestücke von rechteckigem Querschnitte gewählt. Die Probestücke waren sämtlich aus nahe der Mitte des Querschnittes gelegenen Teilen desselben entnommen. Mikolaschek hat bei allen Festigkeitsuntersuchungen jeder einzelnen Holzart folgende Baumteile in Berücksichtigung gezogen: Untertrumm, Mitteltrumm und Astholz. Wir beschränken uns im Nachfolgenden auf die Wiedergabe der hauptsächlichsten Versuchsresultate, das sind jene, welche sich auf das Mitteltrumm beziehen.

Die Probelänge der Versuchsstücke bei den Zugsversuchen betrug 17 Zentimeter. Die bei den Druckversuchen verwendeten Probestücke waren von prismatischer Form und zwar dem Würfel sehr genähert; die Höhe der Versuchsstücke betrug zirka 6 Zentimeter.

Zur Vornahme der Biegungsversuche wurden Probestücke von rechteckigem Querschnitt gewählt und dieselben auf die Hochkante gestellt. Die Spannweite betrug 0,5 Meter der frei aufliegenden Stäbe.

Die für die Torsionsversuche verwendeten Probestücke hatten einen kreisförmigen Querschnitt und waren mit quadratischen Köpfen versehen, mit welchen sie in die Maschine zentrisch eingepaßt wurden. Die Länge der Probestücke betrug 40 Zentimeter. Zur Bestimmung der Verdrehungen wurde nur eine Faser beobachtet, was hier, wo die Formveränderungen regelmäßig sind, ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit geschehen konnte. Dem Bruche ging häufig eine bedeutende (bis 160 Grad) Verdrehung voraus und trat mit dieser eine starke Verkürzung des Stabes auf.

Bei den Abscherversuchen wurden cylindrische Probestücke von kreisförmigem Querschnitte verwendet, und zwar war der Durchmesser bei sämtlichen Stücken nahezu gleich (zirka 3,55 Zentimeter). Jedes Probestück wurde auf seine Scherfestigkeit sowohl in der Faserrichtung als auch quer gegen dieselbe untersucht.

(Tabelle I. II. u. III. siehe Seite 152 u. 153.)

Aus diesen Versuchsresultaten, welche sich auf die Ergebnisse des Mitteltrumms [30]) der einzelnen Holzarten beziehen, und aus jenen, welche Mikolaschek für das Untertrumm und Astholz gefunden hat, ließen sich folgende Schlußresultate zusammenfassen:

1. Aus den Zugversuchen: „Die Zug-Elastizitätsgrenze zeigt sich im allgemeinen bei dem Untertrummholze höher als beim Mitteltrummholze und diese liegt in manchen Fällen sehr bedeutend höher als jene beim Astholz.

Die Elastizitätsgrenze für Zug liegt zirka zwischen 0,2 und 0,5 des Wertes der absoluten Zugfestigkeit (Bruchgrenze). Der Elastizitäts-Modul zeigt sich bei allen Holzarten beim Mitteltrummholze am größten, beim Untertrummholze kleiner, jedoch in den meisten Fällen hier noch immer größer als beim Astholze.

---

30) Das Mitteltrumm ist bei den verschiedenen Stämmen in der Höhe von 4—12 Meter über dem Stocke entnommen worden.

Tabelle I.

Holzart	Ergebnisse der Zugversuche. Zugrichtung parallel mit der Faserrichtung.				Ergebnisse der Druckversuche. Druckrichtung parallel mit der Faserrichtung.			
	Querschnitts-Fläche in qcm	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Bruch-Grenze kg pr. qcm	Querschnitts-Fläche in qcm	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Absolute Druckfestigkeit kg pr. qcm
Fichte	8.865	141.00	95 880	277.7	32.900	246.20	32 570	300.15
Tanne	5.159	168.60	145 000	736.6	34.928	286.30	246 000	314.93
Kiefer	5.170	139.20	124 000	556.1	29.920	200.53	66 100	267.37
Lärche	4.118	174.80	137 600	376.4	35.462	211.50	31 720	310.10
Schwarzerle	7.124	98.30	108 400	343.9	34.748	129.50	91 050	197.85
Weißerle	6.692	145.00	135 400	395.2	34.100	115.48	98 970	157.62
Salweide	7.360	203.80	102 140	271.7	35.640	126.26	101 000	272.16
Winterlinde	7.121	119.40	111 900	372.3	33.350	224.89	60 000	258.62
Feldulme	3.935	190.50	158 000	660.7	24.110	186.57	131 170	238.40
Bergahorn	3.935	228.70	100 800	559.1	30.800	135.16	96 690	243.51
Weißbuche	4.512	149.60	94 200	471.0	32.890	127.70	144 000	281.24
Rotbuche	4.066	313.57	189 600	385.6	35.340	353.70	174 300	374.93
Traubeneiche	7.725	261.50	76 350	323.6	35.400	222.45	—	264.81
Stieleiche	6.290	333.86	101 350	643.9	35.868	233.50	66 030	345.01

Tabelle II.

Holzart	Ergebnisse der Biegungsversuche.				Ergebnisse der Torsionsversuche.			
	Querschnitts-Modul bez. auf cm $\left(\frac{bh^2}{6}\right)$	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Biegungsfestigkeit kg pr. qcm	Querschnitts-Modul bez. auf cm $\left(\frac{bh^2}{6}\right)$	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Torsionsfestigkeit kg pr. qcm
Fichte	29.498	171.70	78 840	466.13	99.792	30.06	40 083	52.60
Tanne	67.988	124.10	66 300	432.06	78.922	33.26	46 730	54.177
Kiefer	81.601	76.60	53 300	287.21	116.793	23.12	60 200	51.37
Lärche	35.549	211.00	72 350	515.00	59.319	35.40	48 170	56.72
Schwarzerle	55.639	118.00	63 180	393.15	71.170	33.72	55 463	60.07
Weißerle	33.485	141.80	64 260	438.63	103.193	27.62	51 600	43.61
Salweide	27.627	204.05	78 670	588.40	36.362	30.94	93 750	109.30
Winterlinde	47.439	79.05	73 900	382.06	58.527	20.50	56 250	76.88
Feldulme	44.932	200.25	59 660	500.63	32.667	27.55	72 310	80.35
Bergahorn	43.580	186.44	63 940	501.94	106.684	49.21	73 360	94.90
Weißbuche	35.569	302.20	70 400	632.57	30.918	33.96	110 220	109.20
Rotbuche	63.225	177.90	100 600	632.66	101.666	38.36	78 700	84.84
Traubeneiche	52.854	212.84	63 300	473.00	116.793	32.11	6 590	73.85
Stieleiche	43.808	313.87	73 400	677.92	109.055	48.14	82 530	96.28

Tabelle III.
Ergebnisse der Abscherversuche.

Holzart.	Richtung des Druckes gegen die Faserrichtung	Fläche des Querschnitts in qcm	Abscher-Festigkeit kg pr. qcm
Fichte	⊥	9.90	222.2
	//	9.78	58.8
Tanne	⊥	9.84	279.5
	//	9.95	37.7
Kiefer	⊥	9.90	204.5
	//	9.90	32.8
Lärche	⊥	9.90	262.6
	//	9.90	48.0
Schwarzerle	⊥	9.78	204.5
	//	9.90	55.5
Weißerle	⊥	9.62	239.0
	//	9.90	30.0
Salweide	⊥	10.06	273.4
	//	9.90	70.7
Linde	⊥	9.67	217.1
	//	9.95	42.7
Feldulme	⊥	9.90	237.4
	//	9.78	77.0
Bergahorn	⊥	9.84	340.4
	//	9.90	90.9
Weißbuche	⊥	9.78	317.0
	//	9.90	73.2
Rotbuche	⊥	9.78	368.1
	//	9.84	91.4
Traubeneiche	⊥	9.90	176.7
	//	9.90	75.7
Stieleiche	⊥	9.84	376.0
	//	9.84	76.21

Die absolute Zugfestigkeit (Bruchgrenze) zeigt sich dagegen hauptsächlich beim Unterholze größer als beim Mittelholze und Astholze.

Es stellt sich somit nach den Zugversuchen heraus, daß das Unterholz nicht nur eine größere Elastizität, sondern auch eine größere Festigkeit besitzt als das Mittelholz, welchem eine größere Steifheit zukommt. In Bezug auf die Festigkeit steht das Astholz dem Mittelholze nach, bezüglich der Elastizität dagegen hält es zwischen dem Unter- und Mittelholz die Mitte.

Der Bruch erfolgte bei den meisten Stäben nicht in einem Querschnitt, sondern in zwei oder mehreren von einander entfernt liegenden, die durch einen oder mehrere Längsrisse mit einander in Verbindung standen. Manchmal, namentlich bei den Nadelhölzern, war der Bruch sehr splitterig, nur bei wenigen war derselbe stumpf und kurzfaserig."

2. Aus den Druckversuchen: „Die Elastizitätsgrenze für Druck stellt sich für die Mehrzahl der Hölzer beim Mittelholze höher als beim Unterholze und beim Astholze häufig höher als beim Unter- und Mittelholze.

Die Zusammendrückungen sind beim Unterholze kleiner als beim Mittelholze und

diese wieder bei nahezu allen Holzarten kleiner als beim Astholze. Der Elastizitäts-Modul ist beim Unterholze bei der Mehrzahl der Holzarten größer als beim Mittelholze, beim Astholze ist bezüglich dieses Wertes eine große Verschiedenheit zu konstatieren.

Die absolute Druckfestigkeit ist beim Unterholze nur wenig größer als beim Mittelholze, beim Astholze dagegen größer als bei beiden ebengenannten Arten. Es zeigt sich daher, daß die absolute Druckfestigkeit des Unterholzes wenig größer als jene des Mittelholzes, hingegen jene des Astholzes am größten ist; dagegen ist das Unterholz steifer als das Mittelholz, während das Astholz mancher Sorten steifer, anderer Sorten wieder elastischer ist als das Mittel- und Unterholz derselben Baumgattung."

3. Aus den Biegungsversuchen: „Nach denselben stellte sich die Elastizitätsgrenze für Biegung beim Unterholze höher als beim Mittelholze und jene beim Astholze höher als bei den beiden anderen Holzarten heraus. Sie liegt zirka bei 0,25 bis 0,50 der Inanspruchnahme an der Bruchgrenze. Die Einbiegungen an derselben sind beim Unterholze am kleinsten, beim Astholze am größten. Der Elastizitätsmodul ist beim Astholze der meisten Holzarten kleiner als beim Unter- und Mittelholze und der Elastizitätsmodul dieser letzteren ist nahezu der gleiche; weiters ist die Biegungsfestigkeit beim Unterholze am kleinsten, beim Astholze am größten.

In Bezug auf diese Festigkeit zeigt sich das Astholz am festesten, das Unterholz am wenigsten fest; bezüglich der Elastizität stellt sich gleichfalls das Unterholz minder elastisch, also steifer, als das Mittelholz heraus, während das Astholz die größte Elastizität besitzt."

4. Aus den Torsionsversuchen: „Die Elastizitätsgrenze für Torsion liegt beim Astholze am höchsten, beim Mittelholze am tiefsten und befindet sich zirka bei 1/3 bis 3/4 der Inanspruchnahme des Materials an der Bruchgrenze. Die Verdrehungen sind beim Astholze ebenfalls am größten, beim Mittelholze entweder größer als diese oder nahezu gleich jenen beim Unterholze. Der Elastizitätsmodul ist beim Mittelholze am kleinsten, beim Unterholze teils größer, teils kleiner als beim Astholze. Die Torsionsfestigkeit ist beim Astholze am größten, beim Mittelholze am kleinsten. Es ist deshalb das Astholz am festesten, das Mittelholz am wenigsten fest, während mit Rücksicht auf die Elastizitätsverhältnisse das Mittelholz am steifsten, Ast- und Unterholz sich aber in dieser Beziehung nahezu gleich verhalten."

5. Aus den Abscherversuchen: „Die Festigkeit in der Richtung quer gegen die Fasern ist beim Astholz am kleinsten, beim Unterholz teils größer, teils kleiner als beim Mittelholze; in der Richtung der Fasern ist die Festigkeit bei der Mehrzahl der Holzarten beim Mittelholze größer als beim Ast- und Unterholze, welch' letztere sich in dieser Beziehung nahezu gleich stellen."

Aus sämtlichen Versuchen von Mikolaschek läßt sich folgender Schluß ziehen: „Nimmt man speziell auf die Festigkeit Rücksicht, so ergibt sich nachstehende Reihe, wenn „die größte Festigkeit vorangesetzt wird: Astholz, Unterholz, Mittelholz. In Bezug auf „Elastizität, wenn die größte Elastizität vorausgesetzt wird: Astholz, Unterholz, Mittel„holz, woraus das Schlußergebnis resultiert, daß dem Holze von größerer Festig„keit auch die größere Elastizität zukommt".

Endlich zeigt sich, daß wegen der großen Verschiedenheit der Werte der Elastizitäts- und Bruchgrenze, sowie der Moduli für die verschiedenen Holzarten eine sehr große Zahl von Versuchen notwendig wäre, um entsprechende Mittelwerte aufstellen zu können.

§ 26. Die Versuche Jenny's hatten den Zweck, die Elastizitäts- und Festigkeits-Eigenschaften der ungarischen Hölzer kennen zu lernen. Die Versuche erstreckten sich auf die Ermittlung der Zug-, Druck- und Abscherungsfestigkeit der Buche, Tanne, Fichte und Lärche.

In den tabellarisch zusammengestellten Resultaten dieser Untersuchungen sind ange-

geben: Einsendendes Forstamt, der Waldort, welchem das Holz entnommen wurde, die Bodenart, das Alter des Stammes, Fällungszeit und Anzahl der Jahresringe auf einen Zoll, ferner die Abmessungen der Probestücke in Millimetern und die Resultate der Elastizitäts- und Festigkeits-Untersuchungen in kg pr. qmm. Letztere Daten geben wir der Gleichförmigkeit halber auf kg pr. qcm umgerechnet. Eine Diskussion der Versuchsresultate wurde von dem Versuchsansteller unterlassen; von demselben wurden nur die nackten Ergebnisse der Messungen und Bestimmungen der Elastizitäts- und Festigkeitsgrößen angegeben wie folgt:

Tabelle IV.

	Ergebnisse der									
	Zugversuche Zugrichtung // zur Faserrichtung				Druckversuche Druckrichtung // zur Faserrichtung				Abscherversuche parallel zur Faserrichtung	
Holzart.	Querschnitts-Fläche in qcm	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Bruch-Grenze kg pr. qcm	Querschnitts-Fläche in qcm	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Absolute Druckfestigkeit kg pr. qcm	Fläche des Querschnitts in qcm	Abscher-Festigkeit kg pr. qcm
Buche	5.567	593	127 500	995	18.858	133	125 400	331	81.600	65.8
	5.578	571	154 500	658	19.400	64	62 900	361	61.831	77.6
	5.580	519	92 400	806	19.400	77	66 000	464	72.988	72.9
	6.175	575	114 600	792	19.635	76	79 700	407	83.456	70.5
Tanne	6.323	—	130 200	—	19.635	128	60 100	382	72.116	43.3
	6.324	324	111 600	514	19.400	77	54 100	335	82.400	31.5
	6.101	418	107 900	635	19.478	141	78 400	372	60.800	46.0
	6.300	365	111 000	524	19.244	130	77 900	325	81.600	36.1
Fichte	5.978	427	111 700	636	19.089	131	103 700	419	82.560	45.4
	5.952	344	120 700	554	19.244	91	71 600	312	72.114	43.0
	6.175	332	126 500	599	19.244	78	58 200	278	82.067	37.2
	5.954	386	110 500	—	19.244	156	82 400	338	62.712	47.0
Lärche	6.200	—	—	492	18.857	106	65 100	477	69.427	53.6
	6.076	296	162 300	737	18.857	159	93 100	384	58.685	62.2
	6.150	309	105 700	536	18.474	162	79 600	473	69.722	62.9
	5.929	346	164 900	675	19.556	77	98 800	396	59.994	57.9
	6.200	290	90 100	371	19.478	77	127 400	398	79.380	48.2
	5.640	319	131 100	496	19.089	105	69 600	550	79.695	50.0
Fichte	5.904	305	95 300	390	19.478	128	77 000	321	79 497	36.2
	5.929	303	98 700	346	19.239	156	77 900	325	70.858	36.7
	5.854	307	141 200	478	19.239	156	69 100	364	60.000	31.7
	5.903	220	90 500	—	19.400	129	65 200	309	60.742	35.1
	6.076	296	54 000	420	19.792	101	93 100	379	81.285	36.0
	6.076	296	120 100	543	19.322	129	90 600	375	71.142	32.3

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, daß die ersten 3 Holzarten, nämlich Buche, Tanne und Fichte, von dem Forstamte Fuccine (Kroatien) und die beiden letztangeführten Hölzer: Lärche und Fichte, von dem Forstamte Hradek (Nordkarpathen) eingesandt wurden. Die erstgenannten Hölzer wurden im Frühjahr, die letztgenannten im Herbste gefällt. Das Alter dieser Hölzer war ziemlich das gleiche (120 Jahre). Nebst diesen Versuchen hatte Jenny gleichzeitig noch an zwei Holzarten, nämlich an der Fichte und Tanne, aus Siebenbürgen, der Marmaros und den West- und Ostkarpathen stammend, die Elastizität und Festigkeit erhoben, und zwar wieder in Bezug auf Zug, Druck und Abscherung. Diese Re-

sultate, welche sich auf je 25 Probestücke der beiden Holzarten bezogen, hier in extenso anzuführen, würde uns zu viel Raum kosten; wir verweisen in dieser Beziehung auf die oben zitierte Quelle.

Nachdem wir aber es hier mit Resultaten zu thun haben, welche unter gleichartigen Verhältnissen und überdies in großer Anzahl von Probestücken derselben Holzart gewonnen wurden, so ist man berechtigt, Mittelwerte abzuleiten. So ist die nachfolgende Tabelle entstanden.

Tabelle V.

		Mittelwerte[31]) der						
		Zugversuche // zur Faser			Druckversuche // zur Faser			Abscherversuche // zur Faser
Provenienz.	Holzart.	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Bruch-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Grenze kg pr. qcm	Elastizitäts-Modul kg pr. qcm	Absolute Druck-Festigkeit kg pr. qcm	Abscher-Festigkeit kg pr. qcm
Kroatien . . .	Buche	565	122 250	818	88	83 650	391	71.7
	Tanne	369	115 175	558	119	67 625	354	39.2
	Fichte	372	117 350	596	114	77 975	337	43.2
Nordkarpathen	Lärche	312	130 820	551	114	88 938	446	55.8
	Fichte	288	99 967	436	133	78 817	346	34.7
Siebenbürgen Marmaros Ost- und Westkarpathen	Fichte	310	115 392	494	220	127 565	363	42.0
	Tanne	336	115 531	426	209	104 970	357	40.2

Hieraus geht hervor, daß die Fichte aus Kroatien hinsichtlich der Zug- und Abscherfestigkeit den anderen ungarischen Fichtenhölzern überlegen ist; dagegen hat das Siebenbürger Fichtenholz sowohl in Bezug auf die Druck- als auch auf die Abscherfestigkeit gegenüber den anderen Fichtenhölzern den Vorrang.

Das gleiche gilt von dem kroatischen Tannenholz. Dasselbe ist hinsichtlich der Zugfestigkeit jenem aus Siebenbürgen vorzuziehen, während letzteres hinsichtlich der Druckfestigkeit dem kroatischen Tannenholze überlegen ist. Die Abscherfestigkeit dieser beiden Tannenhölzer kann nahezu als völlig übereinstimmend angesehen werden.

Die aus verschiedenen Gegenden Ungarns eingesandten Fichtenhölzer würden in Bezug auf ihre Zugfestigkeit wie folgt beurteilt werden können:

Die größte Zugfestigkeit kommt dem kroatischen Fichtenholze zu, in zweiter Linie steht jenes aus Siebenbürgen, während das Fichtenholz aus den Nordkarpathen das mindestwertige ist;

die größte Druckfestigkeit zeigte hingegen das aus Siebenbürgen stammende Fichtenholz, winderwertig erscheint jenes aus den Nordkarpathen, und in letzter Reihe steht das aus Kroatien stammende Fichtenholz. —

Die Abscherfestigkeit des Fichtenholzes aus den Nordkarpathen steht gegenüber den beiden anderen Fichtenhölzern beträchtlich zurück, während diesen Hölzern nahezu die gleiche Abscherfestigkeit zukommt.

Würde man die aus den verschiedenen Gegenden Ungarns eingesandten Fichtenhölzer mit den Tannenhölzern hinsichtlich ihrer Festigkeit vergleichen, so gelangte man zu dem

31) Die ersten fünf Horizontal-Kolumnen sind aus der Tabelle IV gerechnet, die zwei letzten ergeben sich aus Daten der Jenny'schen Arbeit, welche hier nicht reproduziert sind.

Resultate, daß zwischen diesen Holzarten, also zwischen dem ungar. Fichten- und dem ungar. Tannenholze, nur ein sehr geringer Unterschied besteht. Fichtenholz hat eine etwas größere Zugfestigkeit (zirka 3,5 %) als das Tannenholz, dieses aber eine größere Druckfestigkeit (zirka 2%) als das Fichtenholz; hingegen ist die Abscherfestigkeit beider Holzgattungen gleich.

Was das aus den Nordkarpathen stammende Lärchenholz betrifft, so muß hervorgehoben werden, daß dieses hinsichtlich seiner Druck- und Abscherfestigkeit den sämtlichen untersuchten Fichten- und Tannenhölzern voransteht; in Bezug auf die Zugfestigkeit des Lärchenholzes jedoch geht hervor, daß dieses, wenn auch nicht bedeutend, hinter der Zugfestigkeit des kroatischen Fichten- und Tannenholzes zurückbleibt.

Dagegen übertrifft das Buchenholz hinsichtlich der Zug- und Abscherfestigkeit alle untersuchten Hölzer, hinsichtlich seiner Druckfestigkeit wird dieses von dem Lärchenholze überragt.

Ob diese Unterschiede vorzugsweise den verschiedenen Bodenverhältnissen zuzuschreiben sind, kann zwar mit Grund vermutet, nicht aber bestimmt behauptet werden, schon deshalb nicht, weil die Fällungszeit der Hölzer eine verschiedene war und der Feuchtigkeitsgehalt der Probestücke leider gar nicht in Betracht gezogen wurde.

§ 27. Ueber die rückwirkende Festigkeit des Rotbuchenholzes hat W. F. Exner in seinen „Studien über das Rotbuchenholz“ weitgehende Versuche angestellt, welche den Zweck hatten, diese Festigkeit in Beziehung auf den Einfluß der Höhenlage des Holzes im Stamme selbst und ferner jenen Einfluß auf die Festigkeit kennen zu lernen, welchen die nach den 4 Haupt-Weltgegenden verschiedenen klimatischen Verhältnisse nehmen. Die Exner'schen Versuche, welche sich u. a. auch auf die Ermittlung des spezifischen Grün- und Trockengewichtes, sowie auf die Schwindung des Rotbuchenholzes erstreckten, wurden an einer in der Nähe von Vorder-Hainbach (Wiener-Wald) gefällten 130jährigen Rotbuche vorgenommen. Die zur Erprobung bestimmten Cylinder hatten einen Durchmesser von 40 mm und eine Länge von 80 mm; dieselben wurden gleich altem Holze entnommen d. h. es gehörte jedem Probecylinder ein bestimmter Jahrring des Holzes an. So wurden unzweifelhaft dem Splintholze angehörige Probecylinder (mit a bezeichnet) gewonnen, bei denen der gegen die Außenseite des Baumes gelegene Teil der Probecylinder mit dem im Jahre 1869 entstandenen Holze begann, und somit gehörten diese Zylinder gleichalterigem, unter gleichen klimatischen Verhältnissen entstandenem Holze an. Die zweite Serie von Probecylindern (mit b bezeichnet) wurde aus jenem Teile des Stammes entnommen, bei welchem der 42. Jahrring als Anfangspunkt für die Gewinnung der Probecylinder diente, also aus jenem Holze bestand, welches nicht später als 42 Jahre vor der Fällung entstanden war. Auch diese Cylinder gehörten noch dem Splintholze an. Die dritte Sorte von Probecylindern endlich (mit c bezeichnet) wurde jenem Teile des Stammquerschnittes entnommen, bei welchem der 80. Jahrring, von der Außenseite des Baumes gezählt, begann. Die Probecylinder c enthielten häufig schon zum Teile deutlich erkennbares Kernholz.

Der ganze Schaft der Rotbuche wurde in Stücke von 2 Metern Länge zerschnitten und so ergaben sich 10 sehr regelmäßig cylindrisch gestaltete Abschnitte, welche mit römischen Ziffern bezeichnet wurden. Von den Walzen I bis VI zweigten noch kleine Aeste ab, die Walze IX bezeichnete so recht den Anfang der Kronenentwicklung. Von der Walze X zweigten 4 Aeste ab, oberhalb der Walze X gabelte sich der Stamm in zwei ziemlich gleich starke Teile, dieser Stammteil wurde mit XI bezeichnet. Von jeder Walze wurde an deren unterem Teile eine Scheibe herausgenommen und zur Anfertigung der Probecylinder benützt.

Hiezu muß bemerkt werden, daß das mittlere spezifische Gewicht des grünen (frischen) Stammholzes zu 0,945 gefunden wurde, während das mittlere spezifische Trockengewicht des Stammes zu 0,694 angegeben wird.

Die nachstehende Tabelle gibt eine Uebersicht der Druckfestigkeit pro qcm jener zur Bestimmung des Trockengewichtes verwendeten Probecylinder.

Tabelle VI.

Rotbuche		Rückwirkende Festigkeit in kg pr. qcm												Mittelwerte			
Nummer des Stamm-Abschnittes	Höhe über dem Erdboden in Metern	Nord			Ost			Süd			West			Mittlere Festigkeit der Stammscheibe in kg pr. qcm	Mittlere Festigkeit der Probe-Cylinder in kg pr. qcm		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c		a	b	c
I	0.5	547	518	597	601	575	591	613	589	615	627	616	643	594	597	575	612
II	2.5	602	574	630	685	—	633	582	592	642	569	584	583	607	610	583	622
III	4.5	643	618	—	—	605	—	570	608	595	594	548	613	599	602	595	604
IV	6.5	496	—	—	510	525	586	547	—	—	616	588	607	559	542	557	597
V	8.5	604	572	518	593	588	—	603	567	—	—	565	539	572	599	573	529
VI	10.5	554	568	—	589	580	—	663	533	—	564	587	—	580	593	567	—
VII	12.5	593	589	—	592	—	—	560	553	—	611	—	—	583	589	571	—
VIII	14.5	568	571	—	—	592	—	—	—	—	553	589	—	575	561	584	—
IX	16.5	560	—	—	588	547	—	525	—	—	561	518	—	550	584	533	—
X	18.5	609	—	—	615	—	—	570	—	—	611	—	—	601	601	—	—
XI	20.5	556	—	—	550	—	—	—	—	—	533	—	—	546	546	—	—

Aus dieser Uebersicht geht hervor, daß die geringsten Druckfestigkeiten die Probecylinder IV N_a und IV O_a mit 496 bezw. 510 kg, die höchste der Cylinder II O_a mit 685 Kilogramm pro qcm zeigten. Eine Relation zwischen der Druckfestigkeit und der Höhe im Baume konnte nicht erkannt werden. Der Vergleich zwischen den a-, b- und c-Ringen der Scheibe ergibt, daß das der Baumachse zunächst liegende Holz die höchste rückwirkende Festigkeit zeigte, die geringste zeigte das der Querschnittslage b entnommene Holz, während das äußerste Splintholz hinsichtlich seiner rückwirkenden Festigkeit in der Mitte, richtiger näher dem Werte für das Kernholz liegt. Auffallend ist endlich, daß die niedrigste rückwirkende Festigkeit bei der höchsten Stelle an den einzelnen Holzringen bemerkt wurde. Da dieses Sinken ganz unvermittelt auftrat und dafür ein plausibler Grund auch nicht aufgefunden werden kann, im Gegenteil die hier nicht weiter angeführten hohen Ziffern für das Ast- und Wipfelholz der Annahme, daß die Festigkeit mit der Höhe abnimmt, widersprechen, muß wohl diese Erscheinung einem zufälligen Zusammentreffen nicht bekannter Umstände zugeschrieben werden.

In Beziehung auf die Bewegung der rückwirkenden Festigkeit hinsichtlich der Lage des Holzes nach den Weltgegenden wurde gefunden, daß das Maximum der Festigkeit gegen Osten, eine ihr zunächst stehende gegen Westen und eine minimale gegen Süden lag, doch kann auch dieses Datum nicht Anspruch darauf machen, zu weiteren Schlüssen zu berechtigen.

Wichtiger ist die bei dem Bruche der einzelnen Cylinder beobachtete Erscheinung, daß diese in der Richtung der Markstrahlen eine bedeutend höhere Festigkeit zeigen, als im Sinne der Jahrringe. Die sämtlichen Probecylinder sind nämlich immer so gebrochen, daß die herausgedrückten Holzteile in der Richtung der kurzen Achse der Querschnitts-Eilinie (?), also in der Richtung der Sehne zu den Jahrringen heraustreten.

Bezüglich der rückwirkenden Festigkeit des in neuester Zeit vielfach (namentlich im Schiffbau) in Anwendung kommenden Teakholzes geben wir im nachstehenden die Resultate [32]), welche für die Druckfestigkeit im k. k. See-Arsenal zu Pola gewonnen wurden. Zur Untersuchung gelangten zweierlei Arten des Teakholzes, nämlich solches aus Java und aus Indien (Festland). Die Probestücke waren würfelförmig bearbeitet von 25 Millimeter, respective 100 Millimeter Kantenlänge.

---

32) Siehe Mitteilungen des Technologischen Gewerbe-Museums in Wien, No. 61. Jahrgang 1885.

Als Mittelwerte ergeben sich für die Druckfestigkeiten pr. qcm:

senkrecht zur Faser 182 kg, parallel zur Faser 430 kg bei Probestücken von 25 Millimeter Kantenlänge;

senkrecht zur Faser 133 kg, parallel zur Faser 354 kg bei Probestücken von 100 Millimeter Kantenlänge:

für indisches Teakholz:

senkrecht zur Faser 240 kg, parallel zur Faser 496 kg bei 25 Millimeter Probestücken;
senkrecht zur Faser 151 kg, parallel zur Faser 387 kg bei 100 Millimeter Probestücken.

Hieraus geht hervor, daß das javanische Teakholz gegen das indische in der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser um 9—13% zurücksteht. Die Untersuchungen des spezifischen Gewichtes, des Harzgehaltes und Aschengehaltes haben folgendes ergeben:

für Teakholz aus Java:		für Teakholz aus Indien:	
Spezifisches Gewicht	0.6884.	Spezifisches Gewicht	0.697.
Harzgehalt	11.25%.	Harzgehalt	11.29%.
Aschengehalt	1.15 „	Aschengehalt	1.28 „

Aus diesen Resultaten ergibt sich, daß die beiden Holzgattungen in Bezug auf spezifisches Gewicht, Harz- und Aschengehalt als nahezu gleichwertig zu betrachten sind.

Hier darf wohl auch an jene Mitteilung erinnert werden, die wir über mehrere der wichtigsten japanischen Holzarten an anderer Stelle machten[33]), in der auch einige Zahlen bezüglich der rückwirkenden Festigkeit enthalten sind.

Ueber die Biegungs- und Druckfestigkeit des Ailanthus-Holzes[34]) (Götterbaum), untersucht von Ingenieur G. Lauböck, liegen die nachstehenden Daten vor.

Der zur Untersuchung verwendete Stamm-Abschnitt zeigte ein Alter von 26 Jahren (Provenienz Krain). Das spezif. Gewicht des Holzes wurde mit 0.69 erhoben. Zur Ermittlung der Festigkeits-Eigenschaften dienten im ganzen 22 Probestücke.

a) Druckfestigkeit.

Da es interessant ist, die Festigkeit des Holzes sowohl // als auch ⊥ zu den Fasern kennen zu lernen, so wurde bei beiden Festigkeits-Arten darauf Rücksicht genommen. Ueber die Gewinnung der Versuchsstücke sei hier folgendes bemerkt:

Die Cylinder, welche der Druckprobe // zu den Fasern unterzogen wurden, wurden derart aus einer entsprechend der Cylinderhöhe dimensionierten Stammscheibe gewonnen, so daß jeder derselben den 15. Jahresring in seiner Mitte enthielt. Der Durchmesser der Cylinder betrug 35 Millimeter.

Sodann wurden aus der nächstfolgenden Stammscheibe, welche als Dicke den Durchmesser der Cylinder enthielt, sechs Cylinder gewonnen, welche ⊥ zu den Jahresringen der Druckprobe unterzogen wurden. Dieselben wurden aus der Stammscheibe in der Weise geschnitten, daß die Achse des Cylinders als Radius des Baumstammes aufzufassen ist und deshalb kürzer angefertigt werden mußten, da eine Höhe derselben von 100 Millimeter aus dem Grunde unzulässig war, als die Grundflächen der Cylinder sowohl nicht als „völlig frei vom Splint", als anderseits „vom Kern" hätten bezeichnet werden können.

Die Querschnittsfläche in der halben Höhe des Cylinders enthielt den 15. Jahresring.

Auf diese Weise wurde erreicht, daß die zur Untersuchung gelangten Probestücke möglichst gleichalterigem Holze angehörten, welcher Umstand gewiß nicht außer acht zu lassen ist, da bekannt ist, daß die Lage des Holzes im Stamme eine Verschiedenheit der technischen Eigenschaften des Holzes zeigt.

Die Versuchsstücke wurden einer möglichst genauen Bearbeitung unterzogen und die Versuche ausgedehnt auf die Ermittlung der Druckfestigkeit // und ⊥ zur Faser. Die Druckflächen wurden eben abgerichtet und die Belastungen allmählich bis zur Grenze gesteigert, bei welcher die Zerstörung des Materiales begann. Diese konnte genau für jedes Versuchsstück festgestellt werden, da im Moment der Bruchbelastung sofort der die Anzahl Kilogramm angebende Zeiger der hydraulischen Presse auf eine niedrigere Zahl der Skala zurückgieng.

Die Art der Zerstörung bestand in einem Ineinanderschieben der Fasern. Es bildet sich ein sogenannter Wulst, dessen Lage abhängig ist von der inneren Beschaffenheit des Holzes, und somit von lokalen Verhältnissen beeinflußt wird. Da die Versuchsstücke ein äußerlich vollkommen gleichartig gestaltetes Material, respektive gleiche Struktur zeigten, also z. B. Aeste oder dergleichen nicht vorhanden waren, so traf die Bruchstelle bei allen Probestücken ziemlich nahe der Mitte der Cylinderhöhe ein.

Bei fortgesetzter Steigerung der Belastung, und zwar bei jenen Versuchsstücken, welche ⊥ zu den Fasern der Belastung unterworfen wurden, zeigt sich nebst der Verschiebung der Jahresringe ein keilförmig gestalteter Körper, welcher an jene Form von deformierten Prüfungsobjekten erinnert, wie solche die künstlichen und natürlichen Bausteine zeigen.

---

33) Japans Holzindustrie von Prof. W. F. Exner in der „Oesterreichischen Monatsschrift für den Orient", 7. Jahrgang, 1881, No. 4 u. 5. Beilagen.

34) Siehe Mitteilungen des Technologischen Gewerbe-Museums in Wien, No. 62. Jahrgang 1885.

Jene Cylinder, welche // zu den Fasern gedrückt wurden, zeigten nach der Deformation eine parallele Verschiebung ihrer Endflächen und zufolge dessen eine einfach- oder zuweilen auch doppeltgekrümmte Linie als Kontur, welche dort am weitesten ausgebaucht ist, wo die Jahresringe die größte Breite besitzen.

Die Belastungen erfolgten innerhalb bestimmter Grenzen, wobei stets die jeweilige Zusammendrückung des Probestückes gemessen wurde, um die permanente und elastische Dehnung, respective Kompression (Verkürzung) zu ermitteln. Nach jedesmaliger Belastung erfolgte die Entlastung und wurde die permanente Zusammendrückung angegeben.

Die auf den Quadrat-Zentimeter reduzierte Belastung, bei welcher der Druck eintrat, auch Druckfestigkeit genannt, ergab:

1. // zu den Fasern 652 Kilogramm per Quadrat-Zentimeter (im Mittel);

2. ⊥ zu den Fasern 316 Kilogramm per Quadrat-Zentimeter (im Mittel),

woraus hervorgeht, daß das Holz // zu den Fasern in Anspruch genommen, circa das doppelte zu tragen vermag, gegenüber des in darauf senkrechter Richtung beanspruchten Holzes.

Der Elastizitäts-Modul wurde aus den Versuchsergebnissen ermittelt unter Zugrundelegung der Formel

$$\varepsilon = \frac{P}{F} \cdot \frac{l}{\triangle l},$$

wobei $\triangle l$ = die Verkürzung der ursprünglichen Länge l für eine Belastung P und F den Querschnitt bedeutet.

Es ergab sich der Elastizitäts-Modul

$\varepsilon = 721.76$ // zur Faser,
$\varepsilon = 50.02$ ⊥ „ „

Die Elastizitäts-Grenze:

E lag bei 538 Kilogramm per Quadrat-Zentimeter // zur Faser,
E „ bei 77 „ „ „ ⊥ „ „

Die bedeutenden Differenzen zwischen der Beanspruchung des Holzes in der Richtung der Jahresringe und in jener senkrecht zu diesen, darf nicht überraschen, um so mehr, als ja das innere Gefüge der Hölzer darauf hinweist, daß das Holz als ein in der Hauptsache aus Längsfasern zusammengesetzter Körper betrachtet werden muß und bekanntermaßen seine größeren Festigkeits-Eigenschaften zeigt in der Beanspruchung durch eine Kraft parallel dieser Richtung.

b) Biegungsfestigkeit.

Zur Ermittlung der Biegungsfestigkeit wurden im ganzen sieben Versuchsstücke verwendet, welche einen quadratischen Querschnitt von 30 auf 30 Millimeter zeigten, bei einer Stablänge von 300 Millimeter. Die Stützweite der Stäbe betrug 250 Millimeter.

Einzelne Versuche wurden derart ausgeführt, daß die Biegung des Stabes // zu den Fasern erfolgte, während bei drei Versuchen die Biegung des Stabes ⊥ zur Richtung der Fasern vorgenommen wurde.

Betreffs der Gewinnung der Stäbe aus dem Versuchsstamm sei hier mitgeteilt, daß die Mitte derselben gleichfalls wie alle anderen Versuchsstücke den 15. Jahresring enthielten, also aus den gleichalterigen Teilen des Stammes entnommen wurden. Die Zerstörung der Versuchsstücke erfolgte ausnahmslos durch das Reißen der gespannten Fasern. An den Stützpunkten des Stabes und dem Angriffspunkt der Kraft waren nur geringe Kompressionen des Holzes bemerkbar. Unmittelbar vor dem Eintreten des Bruches war ein mehr oder weniger deutlich wahrnehmbares Reißen der gespanntesten Fasern hörbar.

Die Berechnung aus der gewonnenen Versuchsreihe ergab folgende Resultate:

Nach den bekannten Formeln

$$\delta = \frac{3}{2}\,\frac{Pl}{bh^2} \text{ und } \varepsilon = \frac{1}{4}\,\frac{Pl^3}{fbh^3}$$

wurde die Biegungsspannung δ in den äußersten Fasern und der Elastizitätsmodul ε berechnet. Unter Zugrundelegung der Dimensionen der Stäbe gehen obige Formeln über in

$$\delta = \frac{1}{72}\,P \text{ und } \varepsilon = 4.82\,\frac{P}{f}.$$

Die Biegungsspannung δ_e, welche der Elastizitäts-Grenze entspricht, liegt bei

$$\delta_e = \frac{1}{72}\,P_1$$

wobei P_1 die der Elastizitäts-Grenze entsprechende Belastung bedeutet.

Wird in diese Formel statt $P_1 = P_0$ gesetzt, d. h. jene Belastung, welche das Eintreten des Bruches verursacht, so geht diese über in

$$\delta_0 = \frac{1}{72}\,P_0,$$

wobei δ_0 gleichbedeutend ist mit der Biegungsfestigkeit.

Aus den Versuchs-Ergebnissen folgten nachstehende Mittelwerte:

Beanspruchung // zur Faser:

Biegungsfestigkeit $\delta_0 = 1184$ Kilogramm per Quadrat-Zentimeter; elastische Biegungsspannung $\delta_e = 973$ Kilogramm per Quadrat-Zentimeter;

Elastizitäts-Modul $\varepsilon = 89840$ Kilogramm per Quadrat-Zentimeter.

Beanspruchung ⊥ zur Faser:

$\delta_0 = 1144$ Kilogramm,
$\delta_e = 972$ „
$\varepsilon = 84070$ „

Der Vollständigkeit halber sei hier bemerkt, daß der Feuchtigkeitsgrad der zur Untersuchung gebrachten Probestücke sich mit 10.2% ergab. Die Ermittlung des Wassergehaltes erfolgte durch Austrocknung mehrerer Versuchsstücke während so langer Zeit, bis eine Gewichts-Abnahme infolge der Trocknung nicht mehr bemerkbar wurde.

Da es sich bei der Durchführung obiger Versuche darum handelte, ob das Ailanthusholz dem Eschenholze in Bezug auf Festigkeit ꝛc. gleichsteht, so soll hier noch folgende kurze Betrachtung ihren Platz finden.

Das Schwind- und Quellmaß der beiden Hölzer ist nahezu übereinstimmend, weshalb nach dieser Richtung hin die beiden Hölzer als gleichwertig betrachtet werden können.

Die Angaben mehrerer Autoren über die Biegungsfestigkeit des Eschenholzes variiren zwischen 705 und 1025 Kilogramm, im Mittel also 865 Kilogramm, während Nördlinger die Biegungsfestigkeit der Esche zu 884 Kilogramm angibt. Die gefundene mittlere Biegungsfestigkeit des Ailanthusholzes ergab sich zu 1164 Kilogramm per qcm, ist somit um 27.4% größer als jene des Eschenholzes.

Angaben über die Druckfestigkeit des Eschenholzes sind nicht bekannt, aus welchem Grunde ein Vergleich der beiden in Rede stehenden Hölzern nach dieser Richtung nicht geführt werden kann. Immerhin weisen die von uns gefundenen ziemlich großen Werte darauf hin, daß das Ailanthusholz auch in Bezug auf Druckfestigkeit kaum gegenüber dem Eschenholze zurückstehen dürfte.

Aus den gewonnenen Resultaten konnte sohin mit Sicherheit geschlossen werden, daß das Ailanthusholz zufolge seiner technischen Eigenschaften im allgemeinen mindestens als gleichwertig, in einzelnen Fällen sogar als relativ besser wie Eschenholz bezeichnet werden muß.

§ 28. Ueber den Einfluß der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Fichtenholzes hat Prof. Dr. E. Hartig Untersuchungen durchgeführt, welche zur Beantwortung der Frage „in welchem Betrage vermindert sich die Festigkeit der zu verschiedenen Jahreszeiten gefällten Hölzer beim Liegen in freiem Sandboden“ führten.

Das Versuchsmaterial bildeten zwei Reihen von Stammstücken, deren eine von der im Jahre 1868 erfolgten Fällung an in einem trockenen Sammlungsraum der K. Forstakademie in Tharand aufbewahrt worden war und deren andere aus Schwellstücken bestand, welche während eines Zeitraumes von 6 Jahren aufrecht stehend und bis zur oberen Fläche eingegraben in freiem Sandboden gesteckt hatten, nach ihrer Aushebung jedoch auch in lufttrockenen Zustand übergeführt worden waren. Die Probestücke der ersten Reihe erhielten die Bezeichnung „Luftholz“, die der zweiten Reihe „Faulholz“. Für jeden Fällungsmonat standen 4 Probestücke zur Verfügung und außerdem noch einige Stücke zur Vornahme von Vorversuchen. Von letzteren wurden einige dazu benützt, die Zerdrückungsfestigkeit des Luftholzes und des Faulholzes in der Richtung des Faserlaufes zu ermitteln, unter Benützung einer starken hydraulischen Schmiedepresse. Es ergab sich, daß ein Stück Faulholz von 23 cm Höhe und 430,1 qcm Querschnitt bei einer Belastung von 28067 kg zerbrach, dagegen ein Stammstück Luftholz von 23,3 cm Höhe und 454,0 qcm Querschnitt eine Belastung von 227013 kg zur Zerstörung erforderte, woraus sich die Zerdrückungsfestigkeit des Faulholzes zu 65 kg pro qcm, des Luftholzes zu 500 kg pro qcm Querschnitt berechnet. Durch sechsjähriges Liegen in freiem Sande hat sich sonach die Zerdrückungsfestigkeit des Fichtenholzes auf 1/8 des ursprünglichen Wertes vermindert. Hiezu wird bemerkt, daß das Faulholz sich in viel stärkerem Maße zerklüftet fand, als das Luftholz, was sich auch durch eine Vergleichung des aus Gewicht und Dimensionen zu berechnenden spezifischen Gewichtes ergab. Dasselbe betrug beim Faulholz 0,357, beim Luftholz 0,579, war also beim Faulholz um 37,3% geringer als beim Luftholz.

Die Wahrnehmung, daß der Grad der Zerklüftung bei den verschiedenen Faulholzstücken, selbst bei denen desselben Monats, sehr verschieden war und die Erwägung, daß derselbe von Zufälligkeiten in der Struktur ganz wesentlich bedingt wird, waren der Grund, daß von der Festigkeitsprüfung der ganzen Stammstücke abgesehen wurde. Es wurden kleinere Probestücke und zwar Cylinder von 50 mm Durchmesser und 50 mm Höhe aus den Versuchsstücken gewonnen. Die im Programme der Untersuchung [35]) angedeutete Ermittlung der relativen Festigkeit mußte wegen der Beschaffenheit des Faulholzes außer Betracht bleiben; dasselbe hatte zu lange Zeit im Boden gelegen, die Zerstörung war zu stark vorgeschritten, als daß sich längere Stäbe von regelmäßiger Gestalt und homogener Beschaffenheit daraus hätten herstellen lassen. Die Messung der Druckfestigkeit war durch den Umstand verhindert, daß eine solche Festigkeitsmaschine fehlte, und so entschloß sich der Versuchsansteller, die Zerstörung der Probestücke durch wiederholte Stöße mittelst eines aus bekannter Höhe herabfallenden Gewichtes herbeizuführen, um entweder die bis zur gänzlichen Zerstörung erforderliche Zahl gleichwertiger Stöße oder den aus der bleibenden Formänderung der Probestücke für eine gleiche Zahl von Schlägen zu ermittelnden Widerstand derselben als Maß der Festigkeit (Stoßfestigkeit) zu betrachten. Der Schlagapparat bestand aus einer gußeisernen Chabotte mit Stahlambos von zusammen 258,84 kg und einem Gestell, in welchem ein gußeisernes Schlaggewicht bequem auf bestimmte Höhe gehoben und plötzlich herabfallen gelassen werden konnte. Als angemessenstes Schlaggewicht für die Versuche ergab sich dasselbe zu 48,81 kg bei einer Fallhöhe von 0,375 Meter. Bei Anwendung desselben führten nämlich 2—15 Schläge beim Faulholz und 10—35 Schläge beim Luftholz zur völligen Zerstörung. Von den mehr als 300 vorgenommenen Versuchen mußten viele verworfen werden, da eine tadellose Beschaffenheit der Probestücke nur schwer erreicht werden konnte. Als verwendbar konnten deshalb nur 141 Versuche und zwar 70 für Faulholz und 71 für Luftholz angesehen werden. Für die Vergleichung der Widerstandsfähigkeit von Faulholz und Luftholz wurden die nachfolgenden Momente benützt:

1) die Zahl der Schläge bis zum Eintritt des ersten Langrisses;
2) die Zahl der Schläge bis zur vollen Zerstörung;
3) die mittlere Verkürzung des Probestückes pro Schlag;
4) der hieraus zu berechnende Widerstand des Materiales gegen bleibende Formänderung, bezogen auf die Flächeneinheit und
5) das totale Arbeitsquantum, welches zur gänzlichen Zerstörung erforderlich war.

Nach Beschaffenheit der Beobachtungsreihen erschien es nicht ratsam, irgend eines dieser Momente in der Weise zu benützen, daß der Eintritt der Zerstörung als Kriterium angesehen würde, denn es war besonders bei dem Luftholz äußerst schwierig anzugeben, nach welchem Schlage die Zerstörung als eingetreten anzusehen war; dagegen schien der Beginn der Zerstörung an der rascheren Zunahme der Verkürzung des Probestückes ziemlich sicher erkennbar. Deshalb wurde für je zwei zusammengehörige Paare von Probestücken zunächst für das Faulholz aus der Zahl der Schläge und der totalen Verkürzung für den bezeichneten Moment der mittlere Widerstand pro qcm Querschnitt (Stoßfestigkeit K_0) berechnet, sodann für das Luftholz unter Berücksichtigung der gleichen Zahl von Schlägen dieselbe Rechnung durchgeführt (Stoßfestigkeit des Luftholzes K_1); ferner wurde der Quotient $\frac{K_0}{K_1}$ gebildet, der um so näher an die Einheit fällt, je widerstandsfähiger das Holz sich beim Liegen im freien Sand erwiesen hat. Sämtliche zur Untersuchung gelangten Cylinder waren sorgfältig gemessen und gewogen worden, in der Absicht, das spezifische Gewicht zu ermitteln; es ergab sich als Durchschnittswert für das Faulholz 0.469, für

35) Siehe Band 19. S. 165 des Tharander forstlichen Jahrbuches.

das Luftholz 0.537. Auch der Wassergehalt der Probestücke wurde bestimmt, wobei sich als Mittelwert ergab für das Faulholz 13.1%, für das Luftholz 14.1%.

In der nachfolgenden Tabelle sind die für die einzelnen Fällungsmonate erzielten Durchschnittswerte des Widerstandes (Stoßfestigkeit) in kg pro qcm enthalten.

Tabelle VII.

Fällungszeit	Faulholz		Luftholz		Quotient $\frac{K_0}{K_1}$
	Zahl der Probestücke	Widerstand pr. qcm in kg K_0	Zahl der Probestücke	Widerstand pr. qcm in kg K_1	
Januar	8	706	7	1449	0.487
Februar	7	1096	4	1621	0.676
März	7	503	6	1367	0.368
April	4	564	5	1003	0.552
Mai	6	775	5	1458	0.532
Juni	6	466	8	1374	0.339
Juli	8	362	9	1089	0.332
August	5	578	5	1118	0.517
September . . .	2	345	2	946	0.365
Oktober	6	682	7	1188	0.590
November . . .	5	431	6	1120	0.385
Dezember . . .	6	601	7	867	0.693

Die in der letzten Kolumne enthaltenen Zahlen stellen nun leider nicht, wie der Versuchsansteller nach der aufgewendeten Sorgfalt erwartet hatte, ein klares Gesetz unzweifelhaft dar; wohl fällt der niedrigste Wert der verhältnismäßigen Festigkeit (0,332) auf einen Sommermonat (Juli), der höchste Wert (0,693) auf einen Wintermonat (Dezember); auch ist der Durchschnittswert der für die Frühjahrs- und Sommermonate (April bis September) geltenden Zahlen um 17.6% niedriger, als derjenige für die Herbst- und Wintermonate (Oktober bis März), nämlich 0.439 gegen 0.533; auch läßt eine graphische Auftragung die Vorstellung von einem Wellenzuge entstehen, dessen Thal auf Juni und Juli, dessen Berg auf Dezember und Januar fällt. Gleichwohl ist nach Beschaffenheit der Schlußzahlen nicht mit Bestimmtheit zu behaupten, daß die Untersuchung die Wintermonate für die Fällung des Fichtenholzes als den Sommermonaten überlegen nachgewiesen hätte; denn bei der großen Zahl von Einzelversuchen, die für jeden Wert von $\frac{K_0}{K_1}$ herbeigezogen wurden und mit Rücksicht darauf, daß die Natur keine Sprünge kennt, hätten die 12 ermittelten Quotientenwerte einen stetigen Verlauf nehmen müssen. Hartig verweist ferner zum Schlusse seiner Abhandlung darauf, daß, um ganz sichere Mittelwerte zu gewinnen, mit Rücksicht auf die vielen Faktoren, welche bei der Lösung dieser Frage mit hereinzuziehen wären, die Untersuchung auf noch bedeutend mehr Versuchsstücke hätte ausgedehnt werden müssen.

§ 29. Tetmajer in Zürich hat eine Reihe von Untersuchungen der Elastizitäts- und Festigkeits-Verhältnisse der schweizerischen Bauhölzer durchgeführt. Für die Aufstellung des Versuchsprogrammes waren folgende Gesichtspunkte maßgebend: einerseits sollten hiemit jene Festigkeits-Koeffizienten festgestellt werden, welche zur Dimensionierung bei Holzkonstruktionen erforderlich sind, anderseits aber sollten in möglichst eingehender und umfassender Weise die Festigkeitsverhältnisse der verschiedenen Teile des Stammes und soweit als möglich auch ihre Abhängigkeit von klimatischen und geognostischen Verhältnissen klar gelegt werden.

Zur Ermittelung der Festigkeitsverhältnisse wurden Zug-, Druck-, Knickungs-, Scher- und Biege-Proben an Föhre, Weißtanne, Rottanne, Lärche, Eiche und Buche vorgenommen.

Zum Behufe der Erforschung des Einflusses klimatischer und geognostischer Verhältnisse des Standortes wurden die Versuche ausgedehnt: auf Nord- und Südgehänge, auf Höhenlagen von unter und über 1300 Meter und auf Molasse-, Kalk-, Thonschiefer- und Granit- resp. Gneißböden. Die Fällungszeit der Versuchshölzer war der Monat Dezember, das zur Untersuchung gelangte Holz wurde der Stammmitte, d. h. der halben Höhe bis zur Krone gerechnet, entnommen. Mit Ausschluß der Versuchsproben für die Zugfestigkeit gelangten durchweg prismatische Balken von quadratischem Querschnitt mit 10 cm Seitenlänge zur Untersuchung.

Zur Ermittlung der Zähigkeitsverhältnisse des Holzes, worüber korrekte Ausdrücke noch fast gänzlich fehlten, wählte Tetmayer die Biegungsarbeit, und zwar deshalb, weil die Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen Biegung in den Bauwerken eine besondere Bedeutung annimmt und vorzugsweise aber deshalb, weil die Deformation relativ erheblich, die Bestimmung der Elemente des Arbeitsdiagrammes eine sicherere und exaktere ist, als dies unter Zugrundelegung der Deformationsarbeit irgend einer anderen Festigkeitsart möglich schien. Mit Rücksicht darauf, daß die Qualitätsbestimmung des Holzes von dem jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt desselben abhängig ist, wurden parallel den Biegungsproben Versuche zur Feststellung des Wassergehaltes der der Biegung unterworfenen Versuchsobjekte ausgeführt. Von der Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades der Versuchsobjekte der Zug-, Druck-, Knickungs- und Scherfestigkeit mußte wegen der großen Anzahl von Versuchsstücken Abstand genommen werden. Im Ganzen gelangten 660 Versuche zur Durchführung und zwar fielen:

9 Versuchs-Serien auf die Weißtanne
— 3 Serien von über, 6 Serien von unter 1300 Meter über dem Meeresspiegel erwachsenem Holze;
11 Versuchs-Serien auf die Rottanne
— 5 Serien von über, 6 Serien von unter 1300 Meter über dem Meeresspiegel;
2 Versuchs-Serien auf die Föhre
— 2 Serien von unter 1300 m ü. d. M.;
5 Versuchs-Serien auf die Lärche
— 3 Serien von über, 2 Serien von unter 1300 m ü. d. M.;
2 Versuchs-Serien auf die Eiche, gewachsen unter 1300 m ü. d. M.;
1 Versuchs-Serie auf die Buche, gewachsen unter 1300 m ü. d. M.

Zur Beurteilung des Einflusses der Höhenlage des Standortes auf die Holzqualität konnte dem vorstehenden Programme gemäß unter den div. Holzarten nur die Weiß- und Rottanne herangezogen werden, während der Einfluß der geognostischen Verhältnisse, des Wachstums &c. trotz des namhaften Umfanges dieser Arbeit mit Sicherheit nicht erledigt werden konnte.

Uebergehend zur Veranstaltung der Versuche ist hervorzuheben, daß die Zugfestigkeit der Hölzer an Bauschinger'schen Normalstäben gewonnen wurde, welche eine Schaftdicke von 0.5—0.7 cm bei einer Breite von 3—4 cm hatten.

Die Druckfestigkeit in der Faserrichtung wurde an Würfeln von ca. 10 cm Kantenlänge ermittelt.

Gelegentlich der Ausführung der Knickungs-Festigkeitsproben beabsichtigte der Versuchsansteller den Prozeß, welcher hiebei eintritt, näher zu studieren, konnte dabei aber nicht zu einem positiven Resultate gelangen und zwar deshalb nicht, weil die Heterogenität des Materials, vor allem der Einfluß der Astknoten hiebei hindernd in den Weg traten. Es mußte von der Messung der elastischen Verkürzung abgesehen werden und wurden 50 cm lange Prismen von 10 auf 10 cm Stärke als Probestücke verwendet.

Zur Erhebung der Scherfestigkeit wurden Platten von 10 auf 10 cm Querschnitt

und 4.5—5.5 cm Dicke benützt. Die eine der Scheiben gehörte der Stamm-Mitte an, während die beiden anderen dem Reifholz entnommen wurden.

Zu den Biegungsversuchen wurden Balken von 10 auf 10 cm Querschnitt und 1,5 m Stützweite verwendet. Die Beanspruchung erfolgte senkrecht zu den Jahrringen.

Sieht man von der Dauer des Holzes ab, so bleibt als entscheidendes Moment bei der Beurteilung der Verwendbarkeit einer Holzart für bautechnische Zwecke neben der Festigkeit nur noch das Maß der durch ihre Zähigkeit bedingten Leistungsfähigkeit übrig, welche am besten aus der Arbeitskapazität der Biegungsfestigkeit bestimmt werden kann. Hiebei ist die fragliche Arbeitskapazität durch Ausmaß eines Diagrammes erhältlich, welches aus den bis zum Bruch gesteigerten Belastungen und zugehörigen Biegungen eines normalen Prüfungsobjektes in der Art gebildet wird, daß man zum jeweiligen Biegungspfeil als Abszisse rechtwinklig die korrespondierende Belastung als Ordinate aufträgt und die so gefundenen Punkte durch einen Linienzug verbindet. Der Inhalt des so konstruierten Diagramms stellt den Wert der Biegungsarbeit dar. Diese Arbeit muß durch Schlag oder allmähliche gesteigerte Belastung verrichtet werden, soll ein Bruch des Balkens erzielt werden.

Bezeichnet man mit f_0 den Biegungspfeil des Balkens beim Bruch, mit B die Bruchkraft desselben, so stellt das Produkt $f_0 . B$ den Inhalt des, dem Biegungsdiagramme umschriebenen Rechteckes dar. Ein Bruchteil dieses Inhalts gibt den Inhalt A der Arbeitsfläche, welche man somit durch

$$A = \eta f_0 . B$$

ausdrücken kann, worin η den Koeffizienten der Biegungsarbeit bezeichnet. Dieser Koeffizient ist selbst bei ein und derselben Holzart nicht konstant. Derselbe ändert sich mit dem Zähigkeitsgrade des Materials, er ist desto kleiner (sinkt bis auf 0,5), je geringer der Arbeitswert, je größer der Grad der Sprödigkeit und Brüchigkeit ist; umgekehrt wächst der absolute Wert des Koeffizienten mit zunehmender Zähigkeit des Materials und erreicht eine Größe von 0.8—0.85.

Da nun η auch für Holz des gleichen Stammes selbst näherungsweise nicht als konstant angesehen werden kann, so ist auch weder die absolute Größe des Biegungspfeiles noch das Produkt aus Biegungspfeil und Bruchkraft zur Qualitätsbestimmung maßgebend und bleibt somit nichts anderes übrig, als Fall für Fall den thatsächlichen Wert der Biegungsarbeit A in tn cm ausgedrückt der Beurteilung zugrunde zu legen.

Am Schlusse dieser Auseinandersetzung gelangt Tetmajer zu folgender Betrachtung: Zur Beurteilung des Wertverhältnisses der Bauhölzer unter einander sowie zur Vergleichung des Holzes aus verschiedenen Teilen des Stammes ist das Maß der Arbeitskapazität (stets unter Zugrundelegung einheitlicher Prüfungsobjekte) maßgebend; dieselbe stellt eine durch Festigkeit und gleichzeitige Zähigkeit bedingte Zahl dar, die unter sonst gleichen Umständen sich sowohl mit der Zähigkeit als anderseits mit der Festigkeit ändern kann. Ist das Holz spröde, brüchig (d. h. elastisch, fest, aber nicht zähe — biegsam), so wird sein Arbeitswert gering ausfallen, umgekehrt kann das Arbeitsvermögen erheblich werden, wenn das Material neben geringer Bruchfestigkeit große Zähigkeit und Biegsamkeit besitzt. Ein Maximum der Biegungsarbeit wird aus der Vereinigung möglichst großer Festigkeit und Zähigkeit resultieren; es erscheint daher die Größe der Biegungsarbeit (A) als wohlberechtigter Qualitätsmesser des Holzes.

Bevor wir die Zusammenstellung der Tetmajer'schen Versuchsresultate wiedergeben, wollen wir nicht versäumen, jene Erfahrungen anzuführen, welche der Versuchsansteller gelegentlich der Knickungsfestigkeit gewonnen hat und sich auf die Feststellung des Gesetzes der Abnahme der Druckfestigkeit mit wachsender Prismenlänge bezogen. Gewöhnlich wird der Knickungskoeffizient k für variable Verhältnisse der Balkenlängen und Querschnittabmessungen als

konstant angenommen. Tetmajer ist gelegentlich des Studiums dieser Frage zu folgenden Schlüssen gelangt: daß

1) die Druckfestigkeit mit wachsender Länge der Balken sich mehr oder weniger sprungweise ändert;

2) die Knickungsgefahr bei Balkenlängen von fünf- bis zehnfacher, schätzungsweise von achtfacher Querschnittsbreite beginnt;

3) die Abnahme der Druckfestigkeit bei Balkenlängen von zehn- bis zwanzigfacher Querschnittsbreite unerheblich, jedoch fast stetig wächst.

In der nun folgenden Tabelle führen wir nur jene Mittelwerte an, welche als Festigkeitskoeffizienten für bautechnische Zwecke Verwendung finden sollen.

Darin bezeichnet:

ε in tn pro qcm den Elastizitätsmodul;
γ " " " " den Grenzmodul (speziell Tragkraft an der Elast.-Grenze);
β " " " " den Festigkeitsmodul für Zug, Druck und Biegung; speziell:
β_c " " " " den Festigkeitsmodul für das Stammzentrum (Mittelstück);
β_s " " " " den Festigkeitsmodul für seitliches Holz (Seitenstück);
β_m " " " " den mittleren Festigkeitsmodul;
σ_c " " " " den Schermodul für das Stammzentrum;
σ_s " " " " den Schermodul für seitliches Holz;
σ_m " " " " den mittleren Schermodul;
α die spezifische Arbeit an der Elastizitätsgrenze;
A in tn cm die Deformationsarbeit beim Bruch
n in % den Feuchtigkeitsgrad des Holzes.

Tabelle VIII. siehe Seite 167.

Was die Festigkeitsverhältnisse des Holzes an verschiedenen Stellen des Querschnittes betrifft, so ergibt sich, daß das Holz der Stamm-Mitte selbst bei Stämmen im Alter des vorgelegenen Versuchsmaterials (80—100 Jahren) schwächer ist als das Reifholz seitlich der Stamm-Mitte (gleichviel ob aus Höhen über oder unter 1300 m ü. d. M.).

Aus einer anderen Tabelle, bezüglich welcher wir der Raumökonomie halber auf die Publikation des Versuchsanstellers verweisen müssen, geht ferner hervor, daß die Nadelhölzer in der Stamm-Mitte sowohl an Festigkeit wie Zähigkeit als wesentlich minderwertig erscheinen; so ist z. B. die Biegungsfestigkeit des seitlichen Holzes der Koniferen um 16%, die Leistungsfähigkeit um 39% größer als für die Stamm-Mitte.

Nach ihren Festigkeitsverhältnissen rangieren die geprüften Bauhölzer in folgender Weise:

Nr.	Zugfestigkeit	Druckfestigkeit	Scherfestigkeit	Biegungsfestigkeit
I	Weißtanne	Föhre	Föhre	Föhre
II	Rottanne	Rottanne	Weißtanne	Rottanne
III	Lärche	Weißtanne	Rottanne	Weißtanne
IV	Föhre	Lärche	Lärche	Lärche
V	Eiche	Buche	Eiche	Eiche
VI	Buche	Eiche	Buche	Buche.

Den kleinsten Arbeitswert zeigte die Föhre. Setzt man denselben = 1, so erscheint bei einem Wassergehalt von 11—20% (lufttrockenes Holz)

der Arbeitswert der Weißtanne um 19% größer;
" " " Rottanne " 26% "
" " " Lärche " 66% "
" " " Eiche " 97% "

Der Arbeitswert der Buche dürfte neben jenem der Eiche stehen.

Tabelle VIII.
Mittelwerte für

Holzart	Zugfestigkeit							Druckfestigkeit							Scherfestigkeit		
	ε	γ	α	β	β_c	β_s	β_m	ε	γ	α	β	β_c	β_s	β_m	σ_c	σ_s	σ_m
Föhre . . .	120.10	0.461	0.001036 (?)	0.916	0.314	0.942	0.720	118.80	0.146	0.0000893	0.228	0.293	0.247	0.246	0.064	0.060	0.061
Weißtanne .	113.31	—	—	0.661	0.365	0.644	0.533	100.19	0.115	0.0000703	0.282	0.279	0.285	0.283	0.061	0.063	0.063
Rottanne . .	129.11	—	—	0.738	0.376	0.624	0.602	110.90	0.131	0.0000804	0.283	0.264	0.288	0.276	0.067	0.066	0.067
Lärche . . .	131.14	0.397	0.000580	0.964	0.337	0.896	0.710	114.45	0.122	0.0000664	0.312	0.278	0.342	0.321	0.070	0.074	0.072
Eiche . . .	108.30	0.476	0.001510	0.889	0.793	0.979	0.964	102.70	0.148	0.0001078	0.328	0.323	0.353	0.343	0.075	0.075	0.075
Buche . . .	180.00	0.581	0.000940	1.730	0.570	1.720	1.340	168.60	0.102	0.0000306	0.304	0.294	0.333	0.320	0.079	0.088	0.085

Holzart	Biegungsfestigkeit																			
	Stamm-Mitte					Gebogen gegen die Stamm-Mitte					Gebogen von der Stamm-Mitte					Mittlere Biegungsfestigkeit				
	ε	γ	β	A	n	ε	γ	β	A	n	ε	γ	β	A	n	ε	γ	β	A	n
Föhre . . .	77.22	0.192	0.385	2.83	18.7 (?)	87.14	0.162	0.384	3.72	21.6 (?)	92.52	0.209	0.458	3.56	22.6 (?)	85.62	0.188	0.409	3.37	20.9 (?)
Weißtanne .	79.78	0.198	0.414	3.47	14.0	88.03	0.220	0.442	3.59	14.5	88.81	0.255	0.462	4.95	15.0	85.54	0.224	0.439	4.00	14.5
Rottanne . .	88.77	0.211	0.432	3.57	15.6	79.45	0.212	0.426	4.24	15.9	90.81	0.206	0.447	4.86	16.1	86.34	0.210	0.435	4.23	15.9
Lärche . . .	90.58	0.189	0.460	4.45	16.8	111.89	0.203	0.543	5.54	19.4	112.26	0.225	0.600	6.81	17.1	104.91	0.206	0.534	5.60	17.8
Eiche . . .	92.98	0.205	0.580	6.40	21.5	95.10	0.231	0.605	7.34	25.5	110.14	0.214	0.616	6.21	25.4	99.41	0.217	0.600	6.65	24.1
Buche . . .	121.33	0.212	0.637*	16.47*	—	132.90*	0.253*	0.720*	18.0*	—	129.65*	0.245*	0.652*	16.00*	—	127.96*	0.240*	0.669*	16.82*	—

* Anormal, mutmaßlich infolge des höheren Feuchtigkeitsgrades.

Hinsichtlich der interessanten Folgerungen, welche sich ergeben, ob das Holz unter oder über 1300 Meter ü. d. M. erwachsen ist, müssen wir auf die höchst beachtenswerte Publikation Tetmajer's selbst verweisen. —

§ 30. Die Untersuchungen, welche Prof. Bauschinger angestellt hat, behandelten hauptsächlich den Einfluß des Standortes und der Fällzeit auf die Elastizität und Festigkeit des Fichten- und Kiefernholzes. Als Versuchsmaterial dienten je 4 Stämme, welche 4 verschiedenen Standorten (Lichtenhof [L], Frankenhofen [F], Regenhütte [R] und Schliersee [Sch]) entnommen und wovon je 2 Stämme im Sommer, die beiden anderen im Winter gefällt wurden. Von dem Standort Lichtenhof wurde Kiefernholz (Föhre), von den anderen drei Standorten Fichtenholz eingesandt. Die Bäume wurden 1,5 cm über dem Boden abgeschnitten und aus jedem der so gewonnenen 32 Abschnitte ein Balken von möglichst großem quadratischem Querschnitt so herausgenommen, daß der Kern ganz oder doch nahezu in dessen Mitte zu liegen kam und die Querschnittsseiten parallel zur Süd-Nord, bezw. Ost-West-Richtung liefen. Diese Probestücke wurden auf Biegung untersucht. Von den beim Ausschneiden jener Balken abgefallenen Schwartlingen wurden 50 cm lange Stücke abgeschnitten und hieraus Lamellen von 8 cm Breite und 2 cm Dicke gewonnen; diese Probestücke, welche dann noch weiter hergerichtet wurden, sind der Zugsfestigkeit unterworfen worden. Von den bei den Biegungsversuchen erhaltenen beiden Bruchstücken wurden jene Probestücke gewonnen, welche man zur Untersuchung auf Zug-, Druck- und Abscherungs-Festigkeit benötigte.

Die zu den Biegungsversuchen verwendeten 32 Balken hatten eine Spannweite von 250 cm. Ihr Querschnitt war möglichst groß und schwankte zwischen 15,2 cm Breite und 33,49 cm Höhe.

Gelegentlich der Zusammenstellung der Resultate gibt Bauschinger auch die Biegungsarbeit an, welche sowohl als Maßstab für die Festigkeit als auch zugleich für die Zähigkeit des betreffenden Holzstückes dient.

Bei Ausführung der Versuche über die Zugfestigkeit hat Bauschinger fünf typische Bruchformen unterschieden und folgendermaßen charakterisiert: kurz stumpf; kurz zackig; blättrig; faserig und langfaserig, und zugleich gefunden, daß in derselben Reihenfolge, in welcher die Bruchformen aufgezählt sind, von der kleineren zur größeren aufsteigend, in der Regel auch die Zugfestigkeiten der Probestücke stehen.

Die Druckversuche wurden an Probestücken von 9 × 9 cm Querschnitt und 15 cm Länge vorgenommen, während für die Abscherungsversuche Scheiben von 8 cm Dicke zur Verfügung standen.

Gelegentlich der Vornahme dieser Versuche hatte Bauschinger noch eine eigene Versuchsreihe (an Fichtenholz) unternommen zu dem Zwecke, den Beziehungen zwischen den mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Holzes auf die Spur zu kommen. Zu diesem Ende wurden die Probestücke auf 4 Trockenstufen, d. h. nach und nach durch allmähliches Austrocknen bis zu jenem Zustand gebracht, wo das Holz an Luft von gleichbleibender Feuchtigkeit nichts mehr abgibt und feuchter oder trockener wird, je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Hierauf wurde der Feuchtigkeitsgehalt der einzelnen Probestücke und die Festigkeit derselben ermittelt.

Wir müssen uns darauf beschränken, die Hauptresultate dieser höchst instruktiven Arbeit wiederzugeben, welche sich in folgendem ausdrücken: „Im großen und ganzen ist bei geringerem Feuchtigkeitsgehalt und größerem spezifischem Trockengewicht ein höherer Elastizitätsmodul und eine größere Festigkeit vorhanden, aber letztere Eigenschaften unterliegen noch anderen Einflüssen, die mindestens ebenso mächtig sind wie die Wirkungen der Feuchtigkeit und des spezifischen Gewichtes und folglich diese ganz oder teilweise ver-

decken. Diese Einflüsse rühren natürlich von der örtlichen Beschaffenheit der Holzsubstanz in dem betr. Probestück oder an dessen Bruchstelle her, dieses organischen Gebildes von fester Holzmasse (Cellulose, Lignin) mit Hohlräumen verschiedener Art (Poren, Höhlungen der Holzfasern 2c.), das sich schon beim näheren Besichtigen eines Querschnittes mit bloßem Auge, noch mehr aber bei der Beobachtung eines Dünnschnittes unter dem Mikroskop von außerordentlich verschiedener Beschaffenheit zeigt, sowohl innerhalb desselben Querschnittes als auch an gleichen Querschnittsorten in verschiedenen Höhenlagen desselben Stammes, wenn diese auch nur verhältnismäßig wenig, um 2—3 Meter, von einander entfernt sind."

Bauschinger hat nun eine Relation zwischen der Druckfestigkeit und dem Feuchtigkeitsgehalt aufgestellt und gefunden, daß

$$\beta_0 = \beta\,[1 + \lambda\,(\varphi - \varphi_0)],$$

wobei β die Druckfestigkeit beim Feuchtigkeitsgehalt φ und β_0 diejenige bei einem niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt φ_0 bezeichnet, welcher in der Nähe der Lufttrockene liegt. Die Konstante λ wurde im Mittel zu 0,0366 gefunden.

In ähnlicher Weise fand Bauschinger den Zusammenhang zwischen der Schubfestigkeit und dem Feuchtigkeitsgehalt aus der ähnlich gebauten Formel:

$$\gamma_0 = \gamma\,[1 + \mu\,(\varphi - \varphi_0)],$$

worin γ die Schubfestigkeit beim Feuchtigkeitsgehalt φ und γ_0 diejenige beim Feuchtigkeitsgehalt φ_0 bezeichnet. Der Koeffizient μ wurde zu 0,0430 ermittelt.

Dieser Wert μ stimmt so ziemlich mit jenem (λ) für die Druckfestigkeit überein.

In Nachstehendem geben wir die Mittelwerte der Versuchsresultate.

Tabelle IX. siehe Seite 170.

Bezüglich der Resultate und Folgerungen aus denselben müssen wir auf die Bauschinger'sche Arbeit selbst verweisen, können aber nicht umhin, wenigstens die wichtigsten derselben hier anzuführen, da dieselben neue Perspektiven eröffnen.

Bezüglich der Zugfestigkeit wurde gefunden: „daß die Zugfestigkeit unabhängig ist von der ganzen Jahrringbreite, und nur bedingt ist von der Beschaffenheit der beiden Zonen und daher bei der fast konstanten Beschaffenheit der Frühjahrzone wesentlich abhängig von der Festigkeit der Herbstzone und außerdem von der verhältnismäßigen Breite derselben."

Es hat sich ferner ergeben, daß „eine dichte Herbstzone von großer verhältnismäßiger Breite stets eine große Zugfestigkeit (und Dichtigkeit), eine locker gewebte und verhältnismäßig dünne Herbstzone aber stets eine geringere Festigkeit (und Dichtigkeit) des ganzen Querschnittes zur Folge hat und daß die so bedeutend geringere Festigkeit der Kernstücke nicht sowohl von der großen Breite der Jahrringe, sondern vielmehr von der lockeren Beschaffenheit und verhältnismäßig geringen Breite der Herbstzone herrührt."

„Immer ist eine höhere Zugfestigkeit von einem faserigen Bruch, eine niedrigere von einem kurzen, stumpfen oder zackigen Bruch begleitet."

„Die ungeheuere Mannigfaltigkeit, welche in der Anordnung der Fasern betreffs ihrer Lage neben- und hintereinander möglich ist, scheint der Hauptgrund der großen Verschiedenheiten zu sein, welche die Zugfestigkeit innerhalb desselben Stammes, ja innerhalb desselben Querschnittes eines solchen zeigt."

Außer den im anatomischen Bau des Holzes sich aussprechenden Verhältnissen hat auch noch die eigentliche Holzsubstanz ihrer Qualität, ihrer chemischen Zusammensetzung nach Einfluß auf die Festigkeit. Um dieser Frage näher zu kommen, wurden mehrere Probestücke auf ihren Lignin-Gehalt und Gehalt an Cellulose untersucht und gefunden:

„die Zugfestigkeit nimmt mit dem Gehalt an Cellulose zu und umgekehrt wird die Zugfestigkeit kleiner, wenn der Lignin-Gehalt wächst."

„Lignin scheint das Holz härter, spröder, widerstandsfähiger gegen Biegung zu machen, während die Zugfestigkeit durch Ligninbildung verringert wird."

Tabelle IX.
Mittelwerte der
Biegungs-Versuche.

Fällzeit	Sommer				Winter			
Holzart	Kiefer	Fichte			Kiefer	Fichte		
Standort	Lichtenhof	Frankenhofen	Regenhütte	Schliersee	Lichtenhof	Frankenhofen	Regenhütte	Schliersee
Elastizitäts-Modul in at	108 000	110 000	115 000	73 000	103 000	116 000	110 000	69 000
Elastizitäts-Grenze in at	201	228	216	146	220	262	227	132
Biegungsfestigkeit at	472	419	416	295	451	451	446	257
Spezif. Gew. bei Lufttrockene	0.50	0.45	0.46	0.355	0.55	0.45	0.43	0.375
Feuchtigkeitsgehalt in % des Holzgewichtes	23	29	34	23.5	33	27	31	25
	Zugversuche.							
Mittlere Festigkeit der Umfang-Stücke in at	1050	790	1030	700	750	1240	960	580
Mittlere Festigkeit der Kern-Stücke in at	230	310	410	290	290	345	300	255
Mittlere Festigkeit des ganzen Querschnittes in at	790	750	825	565	595	940	740	470
	Druckversuche.							
Druckfestigkeit für den ganz. Querschnitt in at	281	246	234	162	319	313	281	225
bei Feuchtigkeitsgehalt %	19	20	27	20	26	17	20	19
Druckfestigkeit für 10% Feuchtigkeit (Lufttrockene) in at	373	335	379	222	504	393	383	298
	Abscherungs-Versuche // zur Faser.							
Schubfestigkeit im Durchmesser in at	43	41	38	32	49	51	49	38
Schubfestigkeit im Quadrat in at	46	41	38	31	51	52	49	38
Feuchtigkeitsgehalt in % des Holzgew.	25	38	38	28	—	—	—	—

Bezüglich der Fragen nach dem Einfluß des Bodens und der Fällzeit auf die Festigkeit gelangte Bauschinger zu folgenden Resultaten:

1) Die auf den Standorten Frankenhofen und Regenhütte erwachsenen Stämme haben ungefähr gleiche mittlere Zugfestigkeit, etwas geringer ist diejenige der Kiefern von Lichtenhof und entschieden die geringste Festigkeit haben die breitringigen Fichtenstämme von Schliersee.

2) Ein Einfluß der Fällzeit ist bei Hölzern, die kürzere Zeit, etwa einen Monat nach ihrer Fällung geprüft werden, nicht zu erkennen.

Der Elastizitätsmodul für Zug variiert sehr bedeutend mit der Festigkeit; er nimmt mit der Festigkeit zu und ab, doch in der Regel bei weitem nicht in demselben Verhältnis wie diese.

Die Elastizitätsgrenze für Zug fällt nahezu mit der Bruchgrenze zusammen.

Aus den Ergebnissen über die Biegungsfestigkeit folgt, daß die Zahlen für die Biegungsfestigkeit ebenfalls von der zufälligen örtlichen Beschaffenheit des Holzes, die innerhalb desselben Stammes so sehr verschieden sein kann, beeinflußt werden, wie diejenigen für die Zugfestigkeit, wenn auch nicht in so hohem Grade wie diese. Ein Zusammenhang

zwischen den mechanischen Eigenschaften und der Dichtigkeit war hiebei nicht festzustellen, wenigstens nicht mit Sicherheit. Aus den Mittelwerten ließen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Die auf den Standorten Frankenhofen und Regenhütte erwachsenen Stämme haben bei fast gleichem spezifischem Gewichte ungefähr gleiche Qualität für die Beanspruchung auf Biegung und werden von den in Lichtenhof gewachsenen Stämmen trotz deren bedeutend größerem spezifischem Gewichte kaum übertroffen; dagegen stehen jenen die Schlierseeer Stämme bedeutend nach, sowohl was die mechanischen Eigenschaften anbelangt, als auch betreffs des spezifischen Gewichtes.

2) Ein Einfluß der Fällzeit ist auch hier nicht zu konstatieren.

Bei den Druckversuchen ist charakteristisch, daß die Ueberschreitung der Festigkeit sehr scharf zu beobachten ist, obwohl ein eigentlicher Bruch nicht stattfindet. Die Elastizitätsgrenze dagegen ist bei Druckversuchen in der Regel sehr verschwommen und der Elastizitätsmodul wegen der großen Schwierigkeiten einer völlig gleichmäßigen Verteilung des Druckes etwas unsicher. Auch hier zeigte sich wieder, daß die Kernstücke eine geringere Festigkeit haben als die Seitenstücke. Ein Einfluß der Himmelsrichtung ließ sich nicht erkennen.

Ferner hat sich ergeben:

1) Die auf den Standorten Frankenhofen und Regenhütte erwachsenen Stämme haben bei fast gleichem spez. Gewicht ungefähr gleiche mittlere Druckfestigkeiten und werden von den in Lichtenhof gewachsenen Stämmen trotz deren größerer Dichtigkeit kaum übertroffen, dagegen stehen jenen die Schlierseeer Stämme bedeutend nach.

2) Bei allen vier Standorten ist die Festigkeit der im Winter gefällten Stämme größer als die der im Sommer gefällten, und zwar verhalten sich beide Festigkeiten im lufttrockenen Zustande im Mittel wie 1 : 1,22.

Aus den Resultaten der Abscherversuche geht hervor, daß die Schubfestigkeit unabhängig von der Breite der Jahrringe und daß sie im Kern am kleinsten ist und von da aus bis zur Peripherie hin wächst. Sehr häufig ist sie aber nächst dem Splint wieder kleiner als zwischen dem Kern und diesem.

Es konnte weder ein Einfluß der Himmelsrichtung auf die Schubfestigkeit noch ein entschiedener Einfluß der Höhenlage im Stamme abgeleitet werden. In ziemlicher Uebereinstimmung mit den bei der Druckfestigkeit gefundenen Sätzen ergab sich auch hier:

1) Die Schubfestigkeit des Holzes längs der Faser von den drei Standorten Lichtenhof, Frankenhofen und Regenhütte ist nahezu die gleiche, die des Schlierseeer Holzes aber wesentlich geringer.

2) Die Schubfestigkeit des im Winter gefällten Holzes ist größer als diejenige der Stämme, welche im Sommer geschlagen wurden, und zwar verhalten sich beide Festigkeiten im Mittel wie 1 : 1,27.

In seiner Schlußbemerkung gibt Bauschinger auf die beiden Hauptfragen: Einfluß des Standortes und der Fällzeit auf die Elastizitäts- und Festigkeits-Eigenschaften des Fichten- und Kiefernholzes, folgende Antwort:

1) Fichten- oder Kiefernstämme, welche bei gleichem Alter ungefähr gleichen Durchmesser haben, die also ungefähr gleich schnell gewachsen sind, haben, unabhängig vom Standorte, die gleichen mechanischen Eigenschaften bei gleichem Feuchtigkeitsgehalt. Stämme, welche bei gleichem Alter größeren Durchmesser, also breitere Jahrringe haben, schneller gewachsen sind, haben eine geringere Festigkeit, als langsamer gewachsene.

2) Fichten- oder Kiefernstämme, welche im Winter gefällt wurden, haben, zwei bis drei Monate nach ihrer Fällung geprüft, unter sonst gleichen Umständen eine um circa 25% größere Festigkeit, als solche, die im Sommer geschlagen werden.

§ 31. Nebst dieser ausgezeichneten Arbeit, welche Bauschinger im Jahre 1882 zur Durchführung brachte, hat derselbe in neuester Zeit in dem „sechzehnten Heft der Mitteilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der k. technischen Hochschule in München 1887" als Fortsetzung dieser Studie die Resultate der Untersuchungen über „die Veränderung der Festigkeit des Nadelholzes nach dem Fällen" publiziert. Diese Arbeit hatte den Zweck, den Einfluß der Fällzeit und des Standortes auf die Dauer des Nadelholzes zu untersuchen. Als Versuchsmaterial wurden aus den zu Gebote stehenden 32 Balkenstücken der oben zitierten Hölzer an möglichst astfreier Stelle zwei 15 cm dicke, viereckige Platten unmittelbar nebeneinander herausgeschnitten, und beschränkte sich die Prüfung dieses Versuchsmaterials auf die Ermittlung der Druckfestigkeit und des dabei vorhandenen Feuchtigkeitsgehaltes der Probestücke. Das Material war 5 bezw. 4½ Jahre im Freien gelagert und während dieser Zeit den Witterungsverhältnissen ausgesetzt. Eine der beiden Platten wurde benützt, um ein quadratisches Prisma mit ca. 10 cm Querschnittsseite zu gewinnen, welches in seiner Mitte den Kern enthielt; die andere Platte wurde durch zwei aufeinander senkrecht stehende und durch die Mitte des Kernes gehende Schnitte in 4 rechtwinkelige Parallelepipede zerlegt, aus welchen Prismen gearbeitet wurden, deren Querschnitt nahezu quadratisch und deren Länge, parallel der Faser, 1½mal so groß als die kleinste Dimension war.

Um die Resultate für das spezifische Gewicht und die Druckfestigkeit mit jenen Daten für frisch gefälltes Holz vergleichen zu können, mußten alle auf den gleichen Feuchtigkeitsgehalt reduziert werden. Bauschinger wählte hiezu den Feuchtigkeitsgehalt der Lufttrockene $\varphi = 10\%$ des Gewichtes des feuchten oder $\psi = 12\%$ des Gewichtes des im Trockenofen getrockneten Holzes und benutzte die Formeln:

$$\delta = \delta_0 (1 + 0{,}006 (\psi - 12)$$

für die Dichtigkeit und

$$\beta_0 = \beta (1 + 0{,}0366 (\varphi - 10)$$

für die Druckfestigkeit.

Aus den so erhaltenen Daten für das spezifische Gewicht und die Druckfestigkeit ergab sich, daß die spezifischen Gewichte teils gleich geblieben, teils ein wenig größer oder ein wenig kleiner geworden sind. Das Mittel aus 64 Zahlen für das spezifische Gewicht des Holzes, 5 Jahre nach der Fällung, war 0,424 und das spezifische Gewicht des Holzes 3 Monate nach der Fällung betrug 0,43; die Dichtigkeit ist also im ganzen fast unverändert geblieben.

Dagegen zeigt die Druckfestigkeit fast durchweg eine und zwar meist sehr erhebliche Zunahme; Ausnahmen finden nur da statt, wo schon das äußere Ansehen des Probestückes beträchtliche Zeichen von Zerstörung durch Fäulnis zu erkennen gibt. Das Anfaulen von geringerem Betrag vermag die Erhöhung der Druckfestigkeit nicht aufzuheben, sondern nur zu verringern. Um zu sehen, ob bei der Erhöhung der Druckfestigkeit durch das Ablagern die im Sommer gefällten Stämme gegenüber den im Winter gefällten einen Unterschied zeigen, hat Bauschinger für jeden der 4 Standorte die durchschnittliche Druckfestigkeit des ganzen Querschnittes wie folgt ermittelt:

Durchschnittliche Druckfestigkeit des ganzen Querschnittes der Stämme von

Fällzeit	Lichtenhof		Frankenhofen		Regenhütte		Schliersee	
	5 Jahre n. d. Fällen at	3 Monate n. d. Fällen at	5 Jahre n. d. Fällen at	3 Monate n. d. Fällen at	5 Jahre n. d. Fällen at	3 Monate n. d. Fällen at	5 Jahre n. d. Fällen at	3 Monate n. d. Fällen at
Sommer	505	368	451	338	442	374	322	221
Winter	446	477	465	395	446	376	336	298

Sieht man hierin von den im Winter gefällten Stämmen von Lichtenhof ab, deren Stücke sämtlich so beträchtlich angefault waren, daß sie eine Verminderung der Druckfestigkeit ergaben, so folgt hieraus:

„Die Zunahme der Druckfestigkeit ist bei den im Sommer gefällten Stämmen größer als bei den im Winter gefällten, so daß die anfänglich, kurze Zeit nach dem Fällen, geringere Druckfestigkeit der im Sommer gefällten Stämme diejenige der im Winter gefällten während des Ablagerns ganz oder nahezu einholt.“

Wie lange die hiedurch bewirkte Erhöhung der Druckfestigkeit des Holzes dauert, in welcher Zeit dieselbe ein unzweifelhaft bestehendes Maximum erreicht, konnte durch die vorstehenden Versuche nicht ermittelt werden. Sie zeigten nur die Erhöhung, welche nach 5 Jahren stattfand.

Bauschinger kommt am Schlusse seiner Arbeit unter Berücksichtigung der weiter unten aufgeführten Resultate zu dem Schlusse, „daß die Erhöhung der Druckfestigkeit durch das Ablagern nicht über 1 Jahr hinaus, von der Fällzeit an gerechnet, dauere.“

§ 32. Außer diesen Untersuchungen publizierte Bauschinger in dem gleichen Hefte der Mitteilungen eine Arbeit „über die Elastizität und Festigkeit verschiedener Nadelhölzer“, welche als Folgerung des von ihm aufgestellten Satzes aufzufassen sind, daß bei jenen Versuchen, bei denen es sich um die Durchschnittsqualität eines Stammes handelt, wie bei den Fragen über den Einfluß des Standortes, der Fällzeit ꝛc., Druckversuche, angestellt an prismatischen Stücken von zirka 15 cm Länge und 8—10 cm Querschnittsseite am sichersten zum Ziele führen dürften. Von dem Gedanken ausgehend, daß dem Hauptverwendungszwecke entsprechend die wichtigste Eigenschaft des Holzes die Biegungs-Elastizität und Festigkeit sei, war der Grundplan der folgenden Versuche der, daß ein und demselben Baumstamme Probestücke für Biegungs- und Druckversuche entnommen und die Resultate dieser Versuche unter Berücksichtigung des Feuchtigkeitszustandes der Probestücke unter einander verglichen werden sollten.

Als Versuchsmaterial dienten im ganzen 45 Stämme, welche 4 verschiedenen bayrischen Revieren angehörten. Dieselben wurden 1 Meter über dem Boden abgeschnitten und es kamen die 4 Meter langen Trumme zur Verwendung. Das gewonnene Versuchsmaterial diente zur Erhebung der Druckfestigkeit, des spez. Gewichtes und des Feuchtigkeitsgehaltes sowie der Biegungs-Elastizität und Festigkeit.

Die Druckversuche wurden an ganz frischem (nassem) Holze, in getrocknetem Zustande befindlichem Holze und an ganz oder doch nahezu lufttrockenem Holze vorgenommen.

Aus den Versuchsresultaten lassen sich folgende Ergebnisse anführen:

Zunächst folgte wieder die Abhängigkeit der Druckfestigkeit und des spezifischen Gewichtes vom Feuchtigkeitsgehalt, und zwar nimmt die Druckfestigkeit bei zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt anfangs rascher, dann langsamer ab, ebenso das spezifische Gewicht bei abnehmendem Feuchtigkeitsgehalt.

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen den Festigkeits-Eigenschaften des Nadelholzes und seinem anatomischen Bau hat Bauschinger gelegentlich seiner ersten Versuche (siehe pag. 160) den Satz aufgestellt, daß eine dichte Herbst- oder Sommer-Zone der Jahrringe von verhältnismäßig großer Breite im Vergleich zur Frühjahrszone eine große Zugfestigkeit, eine locker gewebte und verhältnismäßig dünne (schmale) Herbst- oder Sommerzone dagegen stets eine geringere Festigkeit (und Dichtigkeit) des ganzen Querschnittes zur Folge hat. Ferner hat er gefunden, daß Stämme, welche bei gleichem Alter größeren Durchmesser, also breitere Jahrringe, haben, schneller gewachsen sind, eine geringere Festigkeit haben als langsam gewachsene Stämme. Wohl traf diese Annahme bei den damals untersuchten Stämmen zu, doch ist sie im allgemeinen nicht richtig. Aus den in Rede stehenden Versuchen hat sich vielmehr ergeben, daß die verhältnismäßige Breite der Sommer- gegen-

über der Frühjahrszone von der ganzen Breite der Jahrringe unabhängig ist, daß größere verhältnismäßige Breiten der Sommerzone sowohl bei weit- als bei engringigen Stämmen vorkommen und ebenso kleinere verhältnismäßige Breiten. Hieraus folgte der Schluß, „daß die Qualität des Holzes, für welche seine Druckfestigkeit maßgebend ist, mit der ganzen Breite der Jahrringe in keinem gesetzlichen Zusammenhang stehe." Daß eine verhältnismäßig größere Breite der dichten Sommerzone auch eine größere Dichtigkeit des Holzes zur Folge hat, wurde schon in den früheren Arbeiten Bauschinger's hervorgehoben, und daß zwischen der Druckfestigkeit und dem spezifischen Gewicht bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalt ein inniger Zusammenhang bestehe, bewies auch diese neue Arbeit. Als annähernder Ausdruck für die Abhängigkeit der Druckfestigkeit vom spezifischen Gewicht bei 15% Feuchtigkeitsgehalt wurde folgende Gleichung gefunden:

$$\beta = 1000\delta - 100,$$

worin β die Druckfestigkeit, δ das spezifische Gewicht bei dem Feuchtigkeitsgehalt von 15% bedeuten.

Wenn man sich fragt, wonach die „Qualität" des Holzes bezüglich seiner mechanischen Eigenschaften bei seiner bautechnischen Verwendung zu beurteilen sei, so kommt dabei in erster Linie die Biegungsfestigkeit in Betracht, in zweiter die Druckfestigkeit bei der Verwendung zu Säulen, Pfosten 2c. Nun ist aber, wie dies die Versuche bestätigen, die Biegungsfestigkeit und mit ihr auch die Biegungsarbeit, welch erstere ja immer gerade an einer bestimmten Stelle des Probestückes, im gefährlichen Querschnitt, überwunden wird, in außerordentlichem Grade abhängig von den Einflüssen, welche besonders Aeste an oder in der Nähe jener Stelle ausüben, so daß zwei Stämme von im ganzen gleicher Qualität bei dem Versuche sehr verschiedene Biegungsfestigkeit und Biegungsarbeit ergeben können. Eine ähnliche Bewandtnis hat es mit der Elastizitätsgrenze, wozu noch kommt, daß diese immerhin nur ziemlich unsicher zu bestimmen ist. Dagegen zeigt das Holz, daß sein Elastizitätsmodul, sowohl jener für Zug als auch der für Druck und Biegung, in hohem Grade mit diesen Festigkeitseigenschaften veränderlich ist, mit ihnen steigt und fällt. Da nun der Elastizitätsmodul von der Qualität des ganzen Probestückes abhängig ist und innerhalb der Elastizitätsgrenze ermittelt wird, also einer Grenze, innerhalb deren nur das Material in Wirklichkeit angestrengt wird, so hält Bauschinger diesen um so eher geeignet als Maßstab für die Beurteilung der Qualität, als er durch Biegungsversuche leicht mit genügender Sicherheit bestimmt werden kann.

Um die Richtigkeit dieser Ansicht zu prüfen, hat Bauschinger seiner Arbeit eine graphische Aufzeichnung der diesbezüglichen Daten beigefügt, welche unverkennbar einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen dem Elastizitätsmodul einerseits und der Biegungs- oder Druckfestigkeit andererseits zeigt, und folgt hieraus, daß die Druckfestigkeit ein sichereres Kennzeichen für die bautechnisch wichtige Qualität des Holzes ist als die Biegungsfestigkeit. Und da die Druckfestigkeit bei der zweiten, wichtigen Verwendungsart des Holzes in der Bautechnik, zu Pfosten u. dgl., von direktem Einfluß ist, weil ferner die Probestücke für Druckfestigkeit so leicht und ohne bedeutende Kosten zu beschaffen sind und weil endlich dieselbe so sicher und genau bestimmt werden kann, so empfiehlt Bauschinger aufs neue dieses Verfahren zur Prüfung des Holzes.

„Es besteht darin, daß dem zu prüfenden Stamme drei zirka 15 cm dicke Platten entnommen werden, eine in der Brusthöhe, eine zweite am Gipfelanfang und eine dritte mitten zwischen diesen beiden. Diese Platten werden sofort nach dem Abschneiden zur Verhütung des Reißens durch zwei senkrecht aufeinander stehende, durch die Mitte gehende Schnitte in 4 Sektoren zerlegt, aus deren jedem ein parallelpipedisches Probestück bearbeitet wird, dessen Länge in der Faserrichtung das 1½fache der kleinsten Querdimension beträgt. Die Druckfestigkeit derselben ist für einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt zu er-

mitteln. Man wählt hiefür am besten 15%, weil dieser durch Austrocknen in offenen Räumen (Schuppen) am leichtesten nahezu erhalten wird. Will man größere Genauigkeit erreichen, so müssen an jeder der oben bezeichneten Stellen drei Platten genommen und dieselben in drei verschiedenen Feuchtigkeitszuständen geprüft werden, woraus dann das Resultat für einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt gefunden werden kann.

§ 33. Ueber die Festigkeit von Bauhölzern hat Bauschinger auch früher schon einige Resultate in dem Baur'schen forstwissenschaftlichen Zentralblatt, Neue Folge, I. Jahrgang, Berlin 1879, veröffentlicht, welche sich durchwegs auf Fichtenholz bezogen; es soll an diese Arbeit hier nur erinnert werden.

Gelegentlich der baierischen Landesausstellung in Nürnberg 1882 hatte Bauschinger einem Kreise von Fachgenossen die von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft „Nürnberg" erbaute Materialprüfungs-Maschine vorgeführt und bei diesem Anlasse zwei 116jährige Stämme aus Kiefernholz mit 28 cm mittlerem Durchmesser, im Nürnberger Reichsforste erwachsen, der Prüfung unterzogen und hiebei folgende Resultate [36]) gefunden:

Tabelle X.

Probestück (Kiefer)	Ort der Entnahme	geprüft auf	zur Faser	Elastizitäts-Modul at	Elastizitäts-Grenze at	Festigkeit at	Feuchtigkeits-Gehalt %
Prisma von 9.15 . 9.60 cm Querschnitt u. 15.5 cm Höhe	zwischen Kern und Splint	Druck	//	100 000	103	285	14.4
Prisma von 9.67 . 9.85 cm Querschnitt u. 15.3 cm Höhe	Kern	Druck	//	94 000	79	252	14.4
Lamelle von 4.31 . 0.85 cm Querschnitt	Splint	Zug	//	136 000	—	1200	13.5
Lamelle von 4.33 . 0.95 cm Querschnitt	Kern	Zug	//	44 000	—	240	13.5
Balken von 19.8 . 19.8 cm Querschnitt und 300 cm Länge (250 cm Spannweite)	—	Biegung	⊥	116 000	290	580	14.3
Scheibe von 5.9 cm Dicke	Splint	Abscherung	//	—	—	57	18.5
dtto	Splint	dtto	//	—	—	46	18.5
dtto	Kern	dtto	//	—	—	42	18.5

Das geprüfte Holz zeigte sich im Kerne durchwegs schwächer als zunächst dem Splint, sowohl bezüglich der Druck-, als der Zug- und Schubfestigkeit. Am auffallendsten ist der Unterschied bei der Zugfestigkeit, was hauptsächlich davon herrühren mag, daß hier Stücke von kleinerem Querschnitte benützt wurden und deshalb der Unterschied in der Lage markanter ist. Daß bei dem gebogenen Balken schon bei einer Schubspannung von 23 at die Festigkeit in der Neutralebene überwunden wurde, rührt von dem ursprünglich schon vorhandenen Sprunge her, der wohl bis zur Mitte hinein gereicht haben mochte, so daß die Schubspannung der intakten Hälfte auf 46 at steigen mußte. Dadurch wurde übrigens auch die Biegungsspannung beeinträchtigt und es zeigt das Beispiel, wie schädlich solche Sprünge, wenn sie gerade in der Neutralfläche zu liegen kommen, werden können.

Aus den Resultaten der Druck- und Zerknickungsfestigkeit, an dem zweiten Kiefernstamm angestellt, ließ sich der Koeffizient k für die Knickungsformel von Laißle und Schübler berechnen und wurde derselbe in voller Uebereinstimmung mit dem Mittel aus 6 Versuchen, welche Bauschinger in dem oben zitierten forstwissenschaftlichen Zentralblatt veröffentlicht hatte, gefunden.

§ 34. Die Zusammenstellung der wichtigsten Resultate sämtlicher zuverlässiger Stu-

36) Siehe: Zivilingenieur Band XXVIII, Heft 8.

dien über die Elastizitäts- und Festigkeits-Eigenschaften der Hölzer jüngeren Datums würde einen großen Wert für die Technik haben, da diese ihren Berechnungen für Konstruktionszwecke dermalen noch immer sehr fragwürdige Daten zugrunde legen muß. Daß aber eine solche Zusammenstellung der in Rede stehenden Ergebnisse den Charakter des zufällig Zusammengekommenen an sich tragen würde, ist wohl nicht zu bezweifeln; auch variieren die Endergebnisse für eine und dieselbe Holzart, welche die verschiedenen Autoren gefunden haben, so bedeutend, daß es vergeblich bliebe, wollte man auf diesem Wege zu jenen Werten gelangen, die den einzelnen Holzarten in Wahrheit als Mittelwerte zukämen. Solche Werte, welche die Signatur des Unzweifelhaften an sich tragen, aufzufinden, muß daher vorläufig noch unterlassen bleiben, und zwar insolange, bis die Einzelnversuche, unter einheitlichen Gesichtspunkten vorgenommen, eine größere Ausdehnung werden gewonnen haben, wozu bereits durch die neueste Arbeit Bauschingers der erste Schritt gethan wurde.

Auch ist über eine durch Bauschinger gegebene Anregung eine Kommission entstanden, deren Aufgabe es ist, ein einheitliches Vorgehen der Forscher auf diesem Gebiete herbeizuführen und die als richtig erkannten Methoden und die ihnen dienenden Hilfsmittel zu propagieren. Diese Kommission hat ein Komité eingesetzt, welches sich speziell mit der Prüfung der mechanisch-technischen Eigenschaften der Hölzer beschäftigt [37]).

Am Schlusse der Besprechung der bis nun erzielten Resultate angelangt, sei bemerkt, daß auch Untersuchungen mit imprägnierten Holzproben angestellt wurden; wir verweisen in dieser Beziehung auf jene Publikationen, welche Materialen für das Studium der einschlägigen Verhältnisse enthalten.

Studien über das Rotbuchenholz von W. F. Exner. Wien 1875.

Dr. Böhme, Resultate der Untersuchungen mit imprägnierten und nicht imprägnierten Holzproben. Mittheilungen aus den kgl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin. 4ter Jahrgang. I. Heft.

Für Diejenigen, welche beabsichtigen, sich mit dem behandelten Gegenstand näher zu beschäftigen, verweisen wir außer auf die schon a. a. O. aufgeführten Arbeiten noch auf nachstehende Quellen:

Dr. E. Winkler, die Elastizitäts- und Festigkeits-Koeffizienten. (Zivil-Ingenieur. Neue Folge. 9. Band.) —

Denkschrift über die Einrichtung von Prüfungs-Anstalten und Versuchs-Stationen von Baumaterialien, sowie über die Einführung einer staatlich anerkannten Klassifikation der letzteren. (Deutsche Bauzeitung Nr. 19. 1878.)

J. Bauschinger, Verhandlungen der Münchener Konferenz und der von ihr gewählten ständigen Kommission zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungs-Methoden für Bau- und Konstruktions-Materialien. (Mitteilungen aus dem mechan. techn. Laboratorium der K. techn. Hochschule in München 1886.)

2. Biegsamkeit und Zähigkeit.

§ 35. Es wurde schon weiter oben auseinandergesetzt, daß Biegsamkeit und Zähigkeit, als Arbeitseigenschaften aufgefaßt, jene Beschaffenheit gewisser Hölzer bedeuten, welche eine dauernde Formveränderung ohne Herbeiführung eines Bruches zulassen. Dabei muß die Elastizitäts-Grenze überschritten werden, ohne daß man sich deshalb schon gar zu sehr der Bruchgrenze nähert. Die Voraussetzung für die Anwendung von Biegsamkeit und Zähigkeit ist nämlich die, daß selbst bei beträchtlichen permanenten Ausdehnungen oder Zusammendrückungen der Substanz eine Ueberwindung der Kohäsion nicht stattfindet.

---

37) Vergl. Mitteilungen des Technologischen Gewerbe-Museums in Wien, I. Sektion, VI. Jahrgang 1885. No. 63.

Es muß also der Festigkeits-Modul von dem Tragmodul ziemlich entfernt liegen, mit anderen Worten, der Spielraum zwischen Bruchgrenze und Elastizitäts-Grenze ein beträchtlicher sein. Der Gegensatz von biegsam oder zähe ist brüchig oder spröde.

Um den Begriff der Biegsamkeit im Sinne einer Arbeitseigenschaft, also der Grundlage für eine formumstaltende produktive Thätigkeit, von jener Biegsamkeit, bezw. Zähigkeit zu unterscheiden, welche jedes Materiale innerhalb der Elastizitäts-Grenze besitzt und als Grundlage der bautechnischen Verwendung S. 165 und 168 dieser Abhandlung erörtert wurde, wäre es zweckmäßig, das Wort „Biegsamkeit" im ersteren Sinne durch die Bezeichnung „Bildsamkeit" zu ersetzen.

Ein erhöhter Grad der Biegsamkeit oder, wie wir sie zu bezeichnen vorschlagen, der Bildsamkeit ist die „Zähigkeit." Man verbindet mit diesem Ausdrucke die Vorstellung, daß ein Holz, welches schon in einzelnen Teilen bis über die Bruchgrenze hinaus in Anspruch genommen wurde, doch noch ein großes Maß von Widerstandsfähigkeit gegen die vollständige Trennung des Körpers in zwei oder mehrere Teile entgegensetzt.

Die Bildsamkeit sowohl als die Zähigkeit ist bei den Hölzern im grünen Zustande meist größer, als im halb- oder völlig trockenen Zustande. Der im frischen Holze vorhandene größere Vorrat an Wasser steigert die Bildsamkeit und Zähigkeit des Materiales.

Daher kommt es auch, daß die Behandlung des trockenen Holzes mit Wasser oder Dampf gewöhnlich zu einer Steigerung von Bildsamkeit und Zähigkeit führt.

Wird das Holz mit warmem Wasser, warmer Leimlösung oder Dampf behandelt, so wirkt die höhere Temperatur gleichfalls günstig im Sinne einer Steigerung der in Rede stehenden Eigenschaften. Die Bildsamkeit und Zähigkeit werden daher, falls sie die Grundlage einer industriellen Benützung des Holzes darstellen, zumeist durch Anwendung von Feuchtigkeits- und Wärme-Zufuhr erhöht.

Das Biegen von stabförmigen Holzkörpern zum Zwecke, geraden Stäben eine gekrümmte Gestalt, oder gekrümmten Körpern eine geradlinige Form zu geben, ist ein Verfahren, welches seit langer Zeit bei verschiedenen Gewerben in Uebung steht. Die Zurichtung von Spazier-, Regenschirm-, Sonnenschirm-, Fischangelstöcken u. s. w. u. s. w. wird seit Jahrhunderten praktiziert. Das Biegen von Radfelgen ist gleichfalls ein altes Verfahren. Schon im Jahre 1810 wird berichtet, daß in Vorarlberg Radfelgen in einem Stücke aus gebogenem Holze angefertigt wurden. Melchior Fink in Bregenz suchte im Jahre 1820 um ein Privilegium für aus gebogenem Holze angefertigte Radfelgen an. Dem im Privilegiums-Archive erliegenden Gesuche Fink's, das im Jahre 1821 erledigt wurde, ist das Gutachten der Professoren Arzberger und Prechtl beigeschlossen, welches dahin geht, daß Fink's Produkt, als neu und wichtig, privilegierbar erscheine. Fink verwendete für diese Radfelgen Eschenholz und nach einer beglaubigten Mitteilung waren solche von Fink gefertigte Radfelgen noch in den letzten 1860er Jahren in Vorarlberg im Gebrauche, was auf eine außerordentliche Dauerhaftigkeit dieser Produkte hinweist.

Die Idee, das Holz durch Biegen in, zu gewissen Zwecken verwendbare Formen überzuführen, hat den großartigsten Erfolg in einem modernen Zweige der Möbelindustrie errungen. Der Rheinpreuße Michael Thonet hat mit bewunderungswürdiger Ausdauer und großem technischem Geschick das Verfahren des Holzbiegens zum Zwecke der Erstellung von Möbeln so weit ausgebildet, daß es heute das Arbeitsprinzip einer großen, weit verzweigten, die Verwertung der Rotbuchenholzbestände merkbar beeinflußenden Industrie geworden ist.

Die Söhne Mich. Thonet's führen mehrere Fabriken in Oesterreich und eine in Rußland unter der Verwendung von über 5000 Arbeitern und erzeugen jährlich mehr als eine halbe Million Möbelstücke aus gebogenem Rotbuchenholze. Noch andere Unternehmer bemächtigten sich der Thonet'schen Verfahrungsweisen und begründeten gleichfalls

Fabriken, deren Existenz und Erfolge auf der Bildsamkeit des Rotbuchenholzes beruhen. Das Thonet'sche Verfahren besteht der Hauptsache nach in der Behandlung des Rotbuchenholzes mit Dampf, in dem Biegen des gedämpften Holzes in Formen, endlich in der Sicherung der auf der konvexen Seite der gekrümmten Holzteile liegenden Faserbündel-Gruppen gegen das Abreißen während der Biegung, sodann in entsprechender Behandlung in Trockenkammern [38]).

Thonet hat auch die Erzeugung von Radfelgen aus gebogenem Holze wieder aufgenommen, und selbst Räder für Kanonen-Lafetten und sonstige dem Kriegsdienste zugehörige Fuhrwerke erhalten heute Radfelgen aus gebogenem Holze. Bei Luxus-Fuhrwerken haben die gebogenen Radfelgen aus Hickory-Holz (Carya alba, amerik. Weißnußbaum) eine große Verbreitung erlangt.

Holzplatten nach verschiedenen Verfahren gebogen, so daß sie gewölbte Flächen darstellen, finden beim Bau von Schiffen, Wagenkasten u. s. w. manigfaltige Verwendung.

Die Bildsamkeit und Zähigkeit spielen eine ganz besonders wichtige Rolle auch in dem Falle, daß dünne Stäbe, Späne oder Fäden, aus Holz angefertigt, zu geflochtenen und gewebten Körpern vereinigt werden. Die ganze Korbflechterei und Holzweberei (Sparterie), sowie die Herstellung von Gegenständen aus Holzgeweben haben als Voraussetzung einen hohen Grad von Bildsamkeit und Zähigkeit des Rohstoffes. Die Weidenruten im ganzen oder in der Form des gespaltenen, bezw. gehobelten Spanes, ferner Fichten- und Föhren-Wurzeln, ganz oder gespalten, Späne von Fichten-Stammholz, Spältlinge von Bambus, das spanische Rohr, der Bast von verschiedenen Holzpflanzen und diverse Gräser bilden die Hauptgattungen von Flechtmateriale, zu denen das Stroh, die Piasava und andere Pflanzenteile in Konkurrenz treten.

Dünne und schmale Späne von Aspenholz bilden den Rohstoff der Holzweberei (Sparterie).

Die Verwendung des Holzes zu Faßreifen, ferner die sogenannten Bandweiden und endlich die in der Flößerei verwendeten Wieden sind Beispiele für die Anwendung biegsamer und zäher Hölzer.

Eine wissenschaftliche Bestimmung der Bildsamkeit und der Zähigkeit ist bisher in befriedigender Weise für das Holz nicht vorgeschlagen worden [39]). Die einschlägigen Versuche von Karmarsch und Nördlinger befriedigen nicht. Es dürfte übrigens eine wissenschaftliche Feststellung des Grades der Bildsamkeit oder Zähigkeit im Wege des Experimentes beim Holze überhaupt ziemlich überflüssig sein [40]). Dagegen sind die Erfahrungen bemerkenswert, die man bezüglich des Grades dieser Eigenschaften und der denselben beeinflußenden Umstände gemacht hat.

---

38) Vergl. „Beiträge zur Geschichte der Gewerbe und Erfindungen Oesterreichs" von der Mitte des XVIII. Jahrhunderts bis zur Gegenwart." (S. 401 u. ff.) Herausgegeben von der General-Direktion der Weltausstellung 1873 in Wien. Redigiert von Prof. Dr. W. F. Exner. Erste Reihe: Rohproduktion und Industrie. Wien 1873, Wilhelm Braumüller und „Das Biegen des Holzes", ein für Möbelfabrikanten, Wagen- und Schiffbauer wichtiges Verfahren. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die Thonet'sche Industrie von Prof. Dr. W. F. Exner. Zweite revidierte Auflage. Weimar 1880.

39) Unter den wenigen Arbeiten über „Bildsamkeit" bei anderen Rohstoffen sind bemerkenswert jene von Kick und Hugo Fischer. (Kick, Das Gesetz der proportionalen Widerstände. Leipzig 1885; Hugo Fischer, Beitrag zur mechanischen Untersuchung plastischer Körper, „Zivil-Ingenieur" XXXI. Band, 7. Heft).

40) Eine interessante Studie, auf die wir hier aufmerksam machen wollen, wenngleich sie streng genommen nicht in den Rahmen dieser Abhandlung fällt, welche ja nur dem Holze der Dikotyledonen-Pflanzen gewidmet ist, verdanken wir dem Professor H. Fischer in Dresden. Derselbe veröffentlichte im Zivil-Ingenieur XXVIII. Band, 4. Heft eine Arbeit: „Untersuchungen über einige Arbeits-Eigenschaften des spanischen Rohres", welche den Zweck hatte, den Einfluß bestimmter Feuchtigkeits-Mengen auf Dehnbarkeit, Tragfähigkeit und Arbeitsaufnahme festzustellen.

Nördlinger äußert sich hierüber folgendermaßen:

„Nach einem alten und jedenfalls für Buchen, Eichen und noch andere Holzarten richtigen Satz erzeugt nasser Boden sprödes Holz, nur trockener oder mäßig feuchter zähes."

„Zähe Hölzer sind in der Regel an der großen Faserigkeit kenntlich, die sie beim Abreißen, und wenigstens Weichhölzer an dem faserigen, wie man sagt wolligen Schnitt, den sie beim Durchsägen zeigen. Erst mit der Verwitterung der Fasern tritt auf solchen Schnitten das eigentliche Gefüge an den Tag."

„Wurzel- und Stockholz sind zäher als Stammholz. Der Stock soll zäher sein, als das Zopfende. Das Astholz bei Eichen, Linden, Erlen, Kiefern gilt für spröder als das Stammholz. Bei der Birke wird das Umgekehrte angenommen, wie auch bei der Fichte; ob bei letzterer mit Recht in gleichem Grade, mag dahingestellt bleiben. Das zäheste Holz liefern die jungen Triebe der Flechtweiden (Salix viminalis, purpurea, caspica, amygdalina zc.), Schlingstrauch, Hasel, Birke, Ulme, Waldrebe, Hainbuche, Maßholder, Eibe, Esche, Aspe."

„Mit dem Alter und Krankheiten verliert das Holz der Stämme seine Zähigkeit mehr und mehr, ja schon an angehenden Stämmen von Nußbaum und Eiche ist der Splint zäher als der Kern. Ebenso, und auf der Drehbank wohl fühlbar, beim Perrückenstrauch. Bei der starken Föhre auf passendem Boden erhöht der große Harzgehalt die Zähigkeit, wie auch schon am einzelnen Jahresring der äußere harzreichere Teil der zähere, beim Abreißen faserigere ist. Föhren, die auf unpassendem Boden stehend, kein Kernholz bilden, verhalten sich wie Fichten und Tannen und haben das zähere Holz gegen außen, wo die Jahresringe schmäler und relativ harzreicher sind."

„Das Verhältnis der Zähigkeit von Splint und Kern oder Reifholz sieht man häufig schon sehr deutlich an der verschiedenen Faserigkeit auf Hiebsflächen an Stöcken. Man muß sich aber bei der Beurteilung immer vergegenwärtigen, daß der Splint saftreicheres und dadurch schon im grünen Zustande zäheres Holz sein muß."

„Abgewelktes Holz gilt als zäher denn saftreiches und trockenes, und das Einweichen in Wasser und Bähen am Feuer trägt zur Verwendung der Biegsamkeit und Zähigkeit als Arbeitseigenschaft wesentlich bei."

„Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, und selbst im Trockenen verbautes, verliert allmählich an Zähigkeit."

Hervorragend bildsame und zähe Hölzer sind: die jungen Stockloden von Weide, Birke, Hainbuche, Aspe, Esche, Eiche und Ulme. Ebenso das Astholz der Birke, der Fichte, dann die jungen Wurzelstränge von Kiefern und Fichten im nahrungsarmen Sandboden. Zu den biegsamen und zähen Holzarten des Baumstammes rechnet man die Birke, Weide, Vogelbeere, Hickory-Holz, die Sorbus-Arten Pappel und Rotbuche, letzteres jedoch nur im gedämpften Zustande, Weißbuche, Ulme, Akazie und Zürgelbaum, dann die Gerten und Stangen von Eichen, Hasel, Kornelkirsche und unterdrückten Fichten.

3. Die Spaltbarkeit.

§ 36. Aus der Bauart des Holzes ergibt sich eine für diesen Rohstoff höchst charakteristische Eigenschaft, welche darin besteht, daß sich dasselbe durch Eintreiben eines Keiles parallel zum Faserverlaufe leicht in Teile zerlegen läßt. Dabei hat man zwei Hauptspaltrichtungen zu unterscheiden: die radial stehenden Flächen, welche die Markstrahlen enthalten, und die darauf senkrecht stehenden Sehnenflächen oder Tangentialflächen. Diese Richtungen schlägt die Spaltkluft, der Schneide des Spaltkeiles voraneilend, ein. Das Spalten setzt die Ueberwindung des seitlichen Zusammenhanges der Faserbündel, bezw. der Kohärenz, mit welcher die Markstrahlen an den Holzfasern haften, voraus. Der Widerstand gegen das Spalten müßte Spaltfestigkeit genannt werden. Je höher die Spaltfestigkeit, desto niedriger die Spaltbarkeit oder Spaltigkeit. Wenn man von schwerspaltigen oder leichtspaltigen (d. i. spaltbaren) Hölzern spricht, so meint man damit nicht nur, daß das Maß der Spaltfestigkeit ein hohes oder niedriges sei, sondern auch, daß die entstehenden Spaltflächen minder oder mehr glatt und eben ausfallen und weniger oder mehr eine weitere Bearbeitung erheischen.

Die Spaltbarkeit ist eine, für die erste Ausformung der Hölzer, also für die Erstellung von Halbfabrikaten in gewissen Fällen hochwichtige Eigenschaft und verdiente daher, daß sie nicht nur mit Rücksicht auf die sie bedingenden Umstände mehr als bisher beobachtet würde, sondern sie hätte auch Anspruch darauf, einer exakten experimentellen Untersuchung

unterzogen zu werden. Der einzige bemerkenswerte Versuch, die Spaltbarkeit einer experimentellen Messung zu unterwerfen, rührt von Nördlinger her, welcher jedoch den Fehler begieng, als Probestück ein ganz willkürlich geformtes, gabel- oder kluppenartiges Holzstück zu wählen[41]). Abgesehen davon, daß die Nördlinger'schen Probestücke, die Zweckmäßigkeit der Form zugegeben, in Beziehung auf ihre Abmessungen durch keinerlei Erwägung begründet werden können, muß auf den entscheidenden Unterschied aufmerksam gemacht werden, welcher zwischen dem Nördlinger'schen Experiment und der Praxis besteht. Bei den Nördlinger'schen Versuchen wird nämlich die Spaltfestigkeit durch eine allmählich anwachsende Kraft, Belastung durch eine Wagschale, in welche Schrot zufließt, überwunden. In der Praxis der Holzwaren-Gewerbe sind es wohl ausnahmslos Stoß-Momente, die den Keil in das Holz eintreiben. Der Unterschied zwischen diesen beiden Arten der Ueberwindung der Spaltfestigkeit ist aber ein fundamentaler. Immerhin kann man, bevor nicht eine befriedigendere Forschung vorliegt, die von Nördlinger gewonnenen Resultate als Anhaltspunkte für den Vergleich der Spaltfestigkeiten verschiedener Hölzer untereinander benützen.

Der Verfasser der vorliegenden Abhandlung unternahm es vor einer langen Reihe von Jahren, die Spaltfestigkeit theoretisch zu beleuchten und eine Theorie der Wirkungsweise der Spaltaxt aufzustellen. Aber auch dieser Versuch einer Theorie begegnete mit Recht ernsten Bedenken und wurde daher von dem Verfasser selbst nicht weiter verfolgt. Hier befinden wir uns einer Aufgabe gegenüber, welche sowohl in theoretischer als experimenteller Richtung ein schwieriges aber dankbares Gebiet der Forschung darstellen würde.

Bei der Lage der Dinge müssen wir uns hier darauf beschränken, jene Erfahrungssätze zusammenzufassen, die als ziemlich feststehend betrachtet werden können.

Die Spaltfestigkeit ist bei manchen Hölzern so gering, daß oft unbedeutende, im Stamme selbst auftretende Spannungen ohne das Hinzutreten einer Kraft von außen eine Spaltung herbeiführen. Der Wechsel der Temperatur oder das Verdunsten des im grünen Holze enthaltenen Wassers rufen bei der Ungleichartigkeit des Materiales Spannungen hervor, welche die Spaltfestigkeit überwinden und die Klüftung des Holzes herbeiführen (Frostrisse, Waldrisse). Diese Erscheinungen stehen mit der Spaltbarkeit im Zusammenhange, doch dürfen sie nicht mit der Spaltbarkeit als technische Eigenschaft verwechselt werden, welche so erklärt werden muß, wie sie weiter oben definiert wurde. Diese Eigenschaft setzt nämlich die Anwendung eines keilförmigen Werkzeuges voraus, welches, wie erwähnt, meistens durch Stoß-Aktionen in das Holz eingetrieben wird und zwar entweder von der Hirnseite aus oder von der Mantelfläche der Holzwalze aus; im ersten Falle entweder in der Richtung des Radius oder einer Sehne, im letzteren Falle immer in der Richtung des Radius.

Moeller sagt ganz richtig („Die Rohstoffe des Tischler- und Drechsler-Gewerbes" S. 97): „Die Art der Zellen und ihre Verteilung ist ebenfalls für den Grad der Spaltbarkeit maßgebend, aber mehr noch für die Beschaffenheit der Spaltfläche. Sind die Fasern kurz, dazu stark inkrustiert, sogar zu einer kompakten Masse verschmolzen, so leidet die Spaltbarkeit sehr erheblich, die Spaltfläche wird uneben, höckerig, fast der Bruchfläche eines Minerales ähnlich (z. B. Guajak). Mitunter sind die Faserbündel von den Parenchym- und Gefäßgruppen scharf abgegrenzt, ein Umstand, der die Spaltbarkeit begünstigt, aber die Spaltfläche gerieft erscheinen läßt (z. B. Linde). Ist der Unterschied zwischen Herbst- und Frühlingsholz bedeutend, so spalten sie auch mit ungleicher Leichtigkeit, die Spaltfläche ist stufig abgesetzt (z. B. die ringporigen Laubhölzer, die meisten Nadelhölzer, besonders die harzreichen). Die faserige oder wellige, spiegelglatte oder seidenglänzende, rauhe oder schuppige Spaltfläche erklärt sich aus der Länge, Innigkeit der Verschmelzung, Art der Krümmung nebst anderen Eigentümlichkeiten der Fasern und der Häufigkeit der Unterbrechung durch die in Bau und Ausdehnung ebenfalls verschiedenen Markstrahlen."

Meistens ist das Holz in der Richtung der Sehne schwerer spaltig, als in der Ebene

41) Vergl. „Nördlinger, Die technischen Eigenschaften der Hölzer" (S. 243 u. ff.)

der Markstrahlen und deshalb wird die industrielle Verwertung der Spaltbarkeit vorwiegend zur Ausformung von Stücken benützt, deren Oberfläche hauptsächlich von Radialflächen gebildet werden soll. Die äußeren Stammteile pflegen leichter zu spalten, als die inneren, teils deshalb, weil die ersten Jahrringe häufiger unregelmäßig erwachsen, teils deshalb weil in den äußeren Holzschichten zumeist eine größere Spannung zwischen den einzelnen Strahlen herrscht.

Die Weichhölzer gelten als leichter spaltbar, welche Auffassung nicht Anspruch auf allgemeine Geltung erheben kann. Uebrigens hängt die Spaltbarkeit von verschiedenen anderen Eigenschaften des Holzes und allerlei Umständen ab. So ist die Elastizität im engsten Zusammenhange mit der Spaltbarkeit. Die einmal durch den Keil geöffnete Kluft erweitert sich umso leichter, je elastischer das Holz ist. Alle Umstände, welche die Elastizität, also das Bestreben, die frühere Lage wieder zu gewinnen, steigern, sind der Spaltbarkeit günstig, d. h. steigern dieselbe.

Der Feuchtigkeitsgehalt übt auf die Spaltbarkeit einen scheinbar widerspruchsvollen Einfluß aus. Da die Feuchtigkeit die Elastizität mindert, sollte sie auch die Spaltbarkeit benachteiligen, in vielen Fällen wirkt sie jedoch in entgegengesetztem Sinne. Da die Feuchtigkeit das erste Eindringen des Keiles erleichtert und die seitliche Kohärenz der Fasern häufig abschwächt, so kann der fördernde Einfluß der Feuchtigkeit dessen hemmende Tendenz überwiegen. Daher erklärt es sich, daß gewisse Hölzer im frischen Zustande schwerer spaltig sind, als im trockenen, wie Aspe, Pappel, Erle, Salweide, andere hingegen im trockenen Zustande schwerer spalten, als grün, wie fast alle Harthölzer.

Der Frost vermindert die Spaltbarkeit, hebt dieselbe wohl manchmal gänzlich auf, indem er die Elastizität erheblich schwächt. Auch bietet das gefrorene Holz den Nachteil, daß das Spaltwerkzeug wegen zu geringer Reibung an den Spaltflächen in der Spaltkluft nicht haftet, sondern zurückspringt.

Hoher Harzgehalt vermindert die Spaltbarkeit, vielleicht indirekt durch die Schwächung der Elastizität; so sind die Wurzelstöcke der Föhre wenn harzreich, schwerspaltig. Gerad- und langfaseriges, astarmes Holz, wie es auf frischem Boden im geschlossenen Stande erwächst, ist leichtspaltig. Hohen Grad der Spaltbarkeit kann man bei Stämmen von bedeutender Schaftlänge, gleichförmiger Abnahme der Stammdicke, feiner Rindenbildung ꝛc. vermuten [42]). In Beziehung auf die Spaltbarkeit kann man die Hölzer folgendermaßen klassifizieren:

leichtspaltig: Fichte, Tanne, Weymoutskiefer, Kiefer, Lärche, Erle, Linde;

ziemlich leichtspaltig: Eiche, Buche, Esche, Edelkastanie, Schwarzkiefer, Zürbelkiefer.

schwerspaltig: Masholder, Hainbuche, Ulme, Salweide, Birke, Ahorn, Elsbeer, Pappel, Legföhre.

Alles bisher Gesagte bezieht sich auf die Spaltbarkeit, als Arbeitseigenschaft betrachtet, sie bildet die Vorbedingung für die Erzeugung von „Spaltwaren“ und „Spaltholz-Sortimenten“, wie Faßdauben, Dachschindeln, Dranitzen, Schachtelwänden und Boden, Siebzargen, Weinpfählen, Zaunstöcken, Resonanz-Holz-Museln und Resonanz-Hölzern, Korbflechtspänen, Leuchtspänen u. s. w.

Die Spaltbarkeit begünstigt manche Verfahrungsweisen, die der Form des Werkzeuges nach als Hobelarbeit aufgefaßt werden, bei denen aber das Hobeleisen nur die Rolle des Spaltkeiles spielt; dies bezieht sich namentlich auf die verschiedenen Arten der Spanerzeugung und der Fabrikation von Zündholzdraht, Zündhölzern, Jalousie-Holzdraht u. s. w. Auch wird die Spaltarbeit angewendet als Mittel oder Endglied einer Kette von Arbeitsprozessen,

42) Vergl. Gayer's Forstbenutzung (S. 39).

die auf die Erzeugung gewisser Waren abzielen. Hier sei erwähnt das Spalten der Schuhstiften aus dünnen Ahorn- oder Birkenbrettchen, das Spalten jener auf der Drehbank hergestellten Ringe, deren Profil der Form gewisser Tierfiguren (in der Spielwaren-Industrie) entspricht u. s. w. m.

Als Gewerbs-Eigenschaft tritt die Spaltbarkeit in einem höchst ungünstigen Sinne auf, und die Neigung zum Spalten, also große Leichtspaltigkeit, ist eine für das fertige Produkt aus Holz höchst unwillkommene Qualität. Der Tischler und Drechsler findet sich häufig während der Arbeit, beim fertigen Produkte aber immer mit der Spaltbarkeit schwer ab. Das Einreißen des Holzes unter dem Hobel, d. h. eine nach der Spaltflächenrichtung eintretende, die beabsichtigte Spanform vereitelnde Spanbildung ist eine Folge der Spaltbarkeit, die sich um so ungünstiger äußert, je höher ihr Grad ist und je mehr die Richtung der Spaltfläche von der Richtung der Bewegung des Werkzeuges abweicht.

4. Härte.

§ 37. Nach dem Sprachgebrauche verbindet das technische und das Laien-Publikum mit dem Ausdrucke Härte dem Holze gegenüber dieselbe Vorstellung wie bei allen anderen Substanzen. Man versteht unter Härte den Widerstand, den eine Substanz dem Eindringen eines fremden Körpers in dieselbe von außen her entgegensetzt. Diesen fremden Körper denkt man sich dabei zumeist als ein Werkzeug von einer für das Eindringen in den Rohstoff günstigen Gestalt. Mit dieser Vorstellung fällt auch noch die weitere Vorstellung zusammen, daß ein Körper von großer Härte der Abnützung seiner Oberfläche oder der Deformation derselben durch den Gebrauch einen bedeutenden Widerstand entgegenstellt; die zufälligen Verletzungen der Oberfläche, wie das Zerkratztwerden, das Mattwerden, falls sie glatt war ꝛc., unterscheiden sich ja in Beziehung auf den dabei sich abwickelnden Prozeß durch nichts von den beabsichtigten Veränderungen der Oberfläche.

Dringt ein Werkzeug von der Oberfläche aus in das Innere des massiven Holzes ein, so befindet sich dasselbe immer wieder der von dem Werkzeuge selbst gebildeten neuen Oberfläche gegenüber. Es ist daher nicht strenge haltbar, wenn man, wie dies geschehen, zwischen der Härte, d. i. dem Widerstande gegen das Eindringen von außen, und der Schnittfestigkeit, d. i. der Widerstand gegen das weitere Vordringen des Werkzeuges im Innern, unterscheiden will; es sind vielmehr Härte und Schnittfestigkeit als vollkommen identisch zu betrachten.

Die Schwierigkeit, die Härte des Holzes ziffermäßig, also exakt, zu bestimmen, ist eine außerordentlich große, deshalb, weil jedes Holz in seinen einzelnen Teilen die größten Verschiedenheiten in Beziehung auf die Härte zeigt. Nicht nur der Unterschied zwischen der Frühjahrs- und Herbstbildung jedes Jahrringes, sondern auch die Differenz zwischen jungem und altem Holze im selben Stamme, die Abweichungen, welche das Holz in Beziehung auf seine Härte zeigt, je nachdem es von der Mantelfläche der cylindrischen Walze aus oder von der Hirnseite aus angegriffen wird, diese und noch viele andere Ungleichartigkeiten im Verhalten des Holzes gegenüber dem eindringenden Werkzeuge lassen es beim heutigen Stande der Dinge fast als eine Unmöglichkeit erscheinen, den wissenschaftlichen Apparat und die mit demselben verknüpften Anschauungen auf diese technische Eigenschaft des Holzes anzuwenden. Eine weitere Komplikation besteht darin, daß die Härte fast immer durch die Spaltbarkeit beeinflußt wird, oder richtiger, bei Ermittlung der Härte durch das Hinzutreten der Spaltbarkeit eine Trübung des Ergebnisses eintritt.

Endlich muß hervorgehoben werden, daß ja die Härte des Holzes bei einem und demselben Materiale verschieden auftritt je nach der Art der Inanspruchnahme nicht nur in Beziehung auf das angewendete Werkzeug, sondern auch hinsichtlich des bei der Benützung des Werkzeuges eingeschlagenen Verfahrens. Man müßte also unterscheiden

die Härte des Holzes gegenüber der Axt, dem Messer, der Säge, der Raspel, dem Stechbeutel zc. und müßte dabei wieder beachten, ob diese Werkzeuge parallel oder senkrecht zur Faser angreifen, ob durch Stoß oder Druck gewirkt wird, mit welcher Geschwindigkeit das Werkzeug bewegt wird zc. Man erkennt aus diesen Andeutungen, daß hier eine solche Vielartigkeit von bestimmenden Umständen konkurriert, wie kaum bei einer anderen Aufgabe im Gebiete der Erforschung der technischen Eigenschaften eines Materiales. Soll die Härte trotz alledem abgehandelt werden, so muß man sich auf einige wenige Bemerkungen beschränken, welche aus den im Gewerbebetriebe gesammelten Erfahrungen resultieren.

Schwere Hölzer zeigen im allgemeinen eine größere Härte; auch ist man berechtigt, anzunehmen, daß eine hohe Kohärenz der Holzfasern untereinander und eine große Festigkeit derselben die Härte des Holzes steigern. Auch ein bedeutender Harzgehalt, besonders bei schmalen Jahrringen, vermehrt den Härtegrad.

Trockenes Holz gilt als härter wie das grüne, was sich jedoch nicht als ein allgemein giltiges Gesetz auffassen läßt. Freilich kann man mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, daß ohnehin schwere, also harte Hölzer, wie Eiche, Buche, Ahorn, sich im frischen Zustande leichter bearbeiten lassen als im trockenen. Zähe Hölzer, besonders wenn sie porös sind, wie Schwarzpappel, Aspe und Weide, setzen dem Eindringen des Werkzeuges, bei einer zum Holzfaser-Verlaufe senkrechten Bewegungsrichtung des Werkzeuges, hohen Widerstand entgegen. Die älteren Baumteile sind meist härter als die jüngeren.

Nördlinger hat in seinem bekannten Werke eine Reihe von Beobachtungen über das Verhalten verschiedener Hölzer diversen Werkzeugen gegenüber veröffentlicht. Dieser Teil der Nördlinger'schen Arbeit ist aber bis heute eine fast völlig vereinzelte Anregung geblieben.

Die unter der Führung Ernst Hartig's unternommenen Studien über den Kraftverbrauch und die Arbeitsleistung gewisser Werkzeugsmaschinen würden eher noch als die Nördlinger'schen Versuche einen sicheren Rückschluß auf die Schnittfestigkeit der Hölzer gestatten. Wir selbst haben gemeinschaftlich mit unserem Arbeitsgenossen, Ingenieur Lauböck, eine Reihe von Arbeiten in Verfolgung des von Ernst Hartig gezeigten Weges bezüglich der Werkzeugsmaschinen für Holzbearbeitung durchgeführt, wir hatten dabei aber weniger die Arbeitseigenschaft Schnittfestigkeit als den Wirkungsgrad der Holzbearbeitungsmaschinen und den Zusammenhang derselben mit ihrer Konstruktion im Auge; immerhin waren aber diese experimentellen Forschungen geeignet, die Ueberzeugung zu reifen, daß man nur auf diesem Wege zu einer genaueren Kenntnis der durchschnittlichen Härte eines bestimmten Bearbeitungsmateriales gelangen könne [43]).

Nach den heute in der Litteratur über die Härte des Holzes enthaltenen Daten müssen wir uns, unter Verweisung auf die Publikationen von Nördlinger, Gayer und Moeller darauf beschränken, folgende Einteilung anzuführen:

Sehr hart: Ebenholz, Guajak, die verschiedenen Eisenhölzer, gemeiner Sauerdorn, Buchs, Rainweide, Syringe, Kornelkirsche, Hartriegel, Weißdorn, Schwarzdorn;

hart: Akazie, Maßholder, Ahorn, Hainbuche, Waldkirsche, Mehlbeer, Kreuzdorn, Hollunder, Eibe;

ziemlich hart: Esche, Stechpalme, Maulbeer, Legföhre, Platane, Zwetschke, Zerreiche, Ulme, Buche, Eiche;

weich: Fichte, Tanne, Roßkastanie, Schwarzerle, Weißerle, Birke, Hasel, Wachholder, Lärche, Schwarzföhre, gemeine Föhre, Traubenkirsche, Salweide;

---

43) Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung von W. F. Exner. II. Band, Handsägen und Sägemaschinen, dynamischer Teil 1881. III. Band von Carl Pfaff 1888. Weimar, B. F. Voigt.

sehr weich: Paulownia, Weymouthsföhre, alle Pappelarten, Aspe, die meisten Weidenarten, Linde.

Ueberblicken wir den ganzen an dieser Stelle abgehandelten Stoff, so können wir uns dem Gedanken nicht verschließen, daß dem Leser je nach seiner speziellen Berufsrichtung unsere Darstellung als mehr oder weniger lückenhaft erscheinen muß. Der Eine wird die Erörterung der „Dauerhaftigkeit“, der Andere die Abhandlung der „Qualität“ des Holzes im allgemeinen, ein Dritter die Besprechung der „Fehler und Krankheiten“ vermissen; dem Einen wird zu wenig positives Material, dem Andern zu wenig Reflexion oder Konklusion geboten worden sein; wir selbst jedoch betrachten unsere Abhandlung nur als den Versuch einer Markierung der in der forsttechnischen, mechanisch-technischen und technologischen Forschung und Litteratur betretenen Wege für die Erprobung des Holzes als Grundlage der gewerblichen und industriellen Produktion. Vielleicht ist es uns vergönnt, die hier eingeschlagene Methode innerhalb etwas weiter gezogener Grenzen neuerdings an anderer Stelle aufzunehmen.

IX.

Die Forstbenutzung.

a. Forstproduktenernte, Verwertung, Aufbewahrung.

Von

Hermann Stötzer.

Litteratur. Gayer: Die Forstbenutzung. 6. Auflage. 1883. (1. Auflage. 1868.) — Grebe: Die Forstbenutzung. 3. Auflage. 1882. (1. Auflage. 1851.) — Heß: Grundriß zu Vorlesungen über Forstbenutzung und Forsttechnologie. 1876.

Einleitung.

Die Nutzung der Erzeugnisse des Waldes ist ohne Zweifel die älteste Richtung forstlicher Thätigkeit. Lange bevor man für den regelmäßigen Ersatz des gewonnenen Materials mittelst waldbaulicher Bestrebungen Sorge zu tragen begann, hatte eine von Hause aus ziemlich planlose Benutzung der Wälder zur Befriedigung der fühlbaren Bedürfnisse der Menschen Platz gegriffen.

Mit der infolge einer solchen ungeordneten Benutzungsweise eintretenden Verschlechterung des Zustandes der Waldungen, sowie mit der Vermehrung der Ansprüche, die an dieselben infolge der zunehmenden Bevölkerung gemacht wurden, mußte nach und nach ein Umschwung in der Benutzung eintreten, insofern man aus dem Zustand der sorglosesten Holzverschwendung zu der Befürchtung des Holzmangels überging. Hieraus, sowie aus dem mehr und mehr in den Vordergrund tretenden Bestreben der Waldbesitzer, die Forsten als eine Einnahmequelle von hoher Bedeutung zu betrachten und die Vermehrung der Einkünfte aus denselben sich ganz besonders angelegen sein zu lassen, entsprang die Notwendigkeit einer Regelung der Benutzung der Waldungen durch eigene Forstverwaltungsorgane und es bildeten sich nach und nach die Regeln und Grundsätze für Zugutemachung (Gewinnung) und Verwertung der Forstprodukte zu einem eigenen System, zu der Lehre von der Forstbenutzung aus.

Nachdem zufolge der Einteilung des Handbuches der Forstwissenschaft die technischen Eigenschaften der Hölzer in einem besonderen vorhergehenden Abschnitt bereits besprochen worden sind, erwächst uns in der Darstellung der Forstbenutzungslehre die Aufgabe, dem Leser zunächst eine kurze Uebersicht über die Verwendung der Hölzer darzubieten, an welche wir alsdann die Lehre von der Ernte und Verwertung anschließen werden. Die Benutzung der Baumrinden ziehen wir ebenfalls in den Kreis unserer Betrachtungen, da dieselben als ein wesentliches Produkt der Waldungen hinsichtlich ihrer Zugute-

machung einer eingehenderen Würdigung zu unterwerfen sind. Ebenso behandeln wir zum Schluß — wenn auch nur kurz — die Gewinnung und Benutzung der Holzsämereien.

Die für die Landwirtschaft in Betracht kommenden und in diesem Sinne besonders wichtigen Nebenprodukte des Waldes werden hinwiederum in gesonderter Abhandlung besprochen werden; eine Darstellung der Gewinnung der minderwichtigen Waldprodukte (Erden, Steine ꝛc.) wurde für unnötig erachtet, da es dem Zwecke des Handbuches nicht entsprechen kann, über alle Details zu orientieren.

I. Verwendung des Holzes und der Rinden.

§ 1. Allgemeines. Um mit Erfolg die sorgfältigste Ausnutzung der Forstprodukte anordnen, leiten und überwachen zu können, muß der Forstmann vor allem über die Zwecke, zu denen dieselben in den verschiedenen Gewerben seines Absatzgebietes Verwendung finden, genau unterrichtet sein. Die meiste Rücksicht verdient in dieser Hinsicht das Hauptprodukt der Wälder, das Holz. Die Verwendung desselben ist eine überaus mannigfache; es bildet ein für viele Zwecke geradezu unentbehrliches Hilfsmaterial und dient zur Befriedigung der ersten und wichtigsten Bedürfnisse der Menschen. Wir haben dasselbe nicht nur zur Herstellung unserer Wohnungen und zur Heizung und Erwärmung nötig, sondern in noch höherem Umfang zu technischen Zwecken in den verschiedensten Gewerben und Industrien. Je nach diesen Verwendungszwecken unterscheiden wir vor allem zwischen dem Nutzholz und dem Brennholz.

Die ausgedehntere Verwendungsfähigkeit des Nutzholzes bedingt in der Regel dem Brennholz gegenüber einen erheblich höheren Preis desselben, insofern nicht alles Holz, welches noch recht gut zu Brennholz tauglich ist, die zu Nutzholz erforderlichen Dimensionen und Eigenschaften besitzt. Um so mehr wird der Forstmann die Rente der seiner Leitung anvertrauten Waldungen zu heben im stande sein, je eingehender er sich bemüht, die Schlagergebnisse in möglichst ausgedehnter Weise als Nutzholz aufarbeiten zu lassen.

In den meisten Fällen wird die Forstverwaltung sich darauf beschränken, das rohe Holz in den vom Verkehr am meisten begehrten Formen und Sorten den Käufern darzubieten; nur in seltenen Fällen wird derselben die Aufgabe zufallen, eine in's feinere gehende Bearbeitung desselben im Walde selbst vornehmen zu lassen.

Die gewöhnlichsten Verwendungen des Nutzholzes erfolgen zu Hoch- oder Häuserbauten, zum Schiffs-, Berg-, Erd-, Brücken- und Wasserbau, als Spaltholz insbesondere im Böttchergewerbe, zum Tischler-, Wagner- und sonstigen Werksbetrieb, zur Papierfabrikation, sowie endlich als Geräteholz im landwirtschaftlichen Gewerbe.

Es ist unmöglich, in unserer gedrängten Darstellung mehr als eine kurze Uebersicht des gewöhnlichen Bedarfs zu geben, zumal örtlich die Anforderungen sehr verschieden sind und deshalb für den Forstmann immer die Notwendigkeit besteht, alle in seinem Bezirk befindlichen Geschäfte und Industrien, die Holz verbrauchen, kennen zu lernen, allen Nachfragen thunlichst auf den Grund zu gehen und sich so viel als möglich durch eigene Anschauung und spezielle Erkundigung zu informieren.

§ 2. Bauholz. Das zum Bau von Häusern gewöhnlich erforderliche Holz wird je nach dem Umfang der Bauwerke und deren einzelner Teile in verschiedenen Dimensionen begehrt. Da dasselbe nicht in rundem, sondern in beschlagenem Zustande verwendet wird, so ist es von Bedeutung, daß die Stämme, welche zu demselben benutzt werden, nicht zu abfällig sind, d. h. keine allzu große Differenz zwischen oberem und unterem Durchmesser aufweisen, vielmehr recht vollholzig sind, weil auf diese Weise bei gleichem Kubikinhalt des Rundholzes stärkere Zimmerhölzer gewonnen werden können.

Man unterscheidet scharfkantiges Bauholz, welches einen regelmäßigen vierseitigen (quadratischen oder oblongen) Querschnitt haben muß und wald=, wahn=, rund= oder schalkantiges Bauholz, bei welchem statt der scharfen Kanten des vorigen, schmale Rundholzbänder als Kreisabschnitte in den Ecken des Querschnittes vorhanden sind. — Die letztere Form gestattet eine weit lukrativere Ausnutzung der Stämme und bedingt einen geringeren Verlust an abfallenden Spänen und Schwarten. Mit noch geringerem Verlust ist das Berappen der Hölzer verbunden; solche berappte Holzstücke sind an vier Seiten leicht behauen, gewöhnlich doppelt so breit als die gebliebene Rindenkante.

Der zweckmäßigste Querschnitt eines Balkens ist nicht der quadratische, sondern der oblonge, insofern bei gleicher Querschnittsfläche die Tragkraft des oblong geschnittenen Balkens eine erheblich größere ist als die des quadratischen. Die tragkräftigste Rechtecksform im Kreise, oder der stärkste scharfkantige Balken, dessen Breite $= b$, dessen Höhe $= h$ wird aus einem Stamme erhalten, wenn die Breite zur Höhe sich verhält wie $1 : \sqrt{2}$, annähernd wie $5 : 7$, wobei das Produkt bh^2 sein Maximum erreicht.

Die Bauhölzer erhalten ihre Bearbeitung entweder durch das Beschlagen oder Bezimmern, wobei der Abfall in die Späne geht, oder durch das Besägen (Besäumen) auf der Schneidmühle oder mittelst Handsägebetriebs.

Die älteste Konstruktion der Gebäude war ohne Zweifel der Blockhausbau, bei welchem die Wände und Dächer ausschließlich aus Holz hergestellt wurden; man findet denselben heute noch in den Alpen sowie in waldreichen Gegenden des deutschen Ostens im Gebrauch; er erfordert relativ das meiste Holz. Der Fachwerkbau bedeutet, was Holzersparnis anlangt, schon einen Fortschritt. Die Wände werden hier durch Holzwerk in Fache eingeteilt, welche mit Backsteinen ausgemauert, oder mit Lehm ausgefüllt, wohl auch mit schwächerem Holze ausgesetzt werden.

Mit der zunehmenden Steigerung der Holzpreise ist man vielen Ortes, insbesondere in Städten zum Stein= oder Massivbau übergegangen, bei welchem der Holzbau sich auf die Konstruktion der Decken und des Daches beschränkt.

Man unterscheidet bei dem zum Hausbau erforderlichen Bauholz folgende Sorten: Schwellen, welche in der untersten Etage über einem gemauerten Fundament als Unterlage des Gebäudes (Grundschwellen), im übrigen als Unterlagen der höheren Stockwerke über den Wänden des Gebäudes (Saum= oder Brustschwellen) ihren Platz finden. Grundschwellen werden in Dimensionen von 20—25 cm Kante verwandt und müssen, da sie den Einwirkungen der Grundfeuchtigkeit am meisten ausgesetzt sind, aus ganz gesundem Holz, am besten Eichenholz, genommen werden. Saum= oder Brustschwellen nimmt man von 16—20 cm Beschlagstärke. Säulen kommen zunächst an die vier Ecken eines Gebäudes (Ecksäulen), außerdem an alle Thüren, Thore, sowie in angemessenen Zwischenräumen (etwa 1¼—1½ m) innerhalb der Wände. Sie werden in die Grundschwellen eingezapft. — Auch zu den Ecksäulen verwendet man gern Eichenholz.

Auf die Kopfteile der Säulen werden die Rahmen aufgezapft; man unterscheidet Dachrahmen bei der obersten Etage unterhalb des Daches, Wandrahmen bei den tieferen Etagen. Jede Wand erhält einen Rahmen.

Zwischen Säulen von weiter Entfernung, sowie an den Ecken der Gebäude bringt man Strebebänder oder Streben an, d. h. Bauhölzer, welche in schräger Stellung von der Schwelle bis zum Rahmen reichen.

Außerdem werden, um die zwischen den Säulen und Streben entstehenden Zwischenräume in kleinere Fache zu teilen, die Säulen unter sich durch horizontal angebrachte Riegelhölzer verbunden. Bei hohen Stockwerken hat man zweimalige Verriegelung.

Zu den Streben und Riegeln genügt schwächeres Holz; man verwendet meist Nadelholz mit einer Beschlagstärke von 10—12 cm.

Die **Balken** werden quer über die vertikalen Wände in horizontaler Richtung auf die Wandrahmen aufgelegt; ihre Länge entspricht der Tiefe des Gebäudes. Da sie die auf ihnen liegenden Decken zu tragen haben, so müssen sie hochkantig und von ausreichender Stärke sein (bei langen Balken rechnet man 25/30, bei kürzeren 20/25 Zentimeter Beschlag).

Ueber jede Säule in der Längenwand kommt ein solcher Balken zu liegen.

Zur Unterstützung der Balken verwendet man bisweilen noch die **Träger** oder **Durchzüge**, welche parallel mit der Längsseite des Gebäudes quer unter den Balken aufliegen. Sie werden von ähnlicher Beschaffenheit und von gleichen Dimensionen wie diese genommen.

Die oberste Balkenlage dient nun zum Tragen des **Dachstuhls** und der **Sparren**; ersterer wird beim Massivbau auf sog. „Mauerlatten" aufgelegt. „Sparren" sind die schräg liegenden Hölzer, welche die Fläche des Daches bilden. Bei kleineren Dächern stellt man die Sparren blos unten auf die Balken auf und stemmt je zwei sich gegenüberstehende oben aneinander an; bei größeren Dächern werden die Sparren, damit sie sich nicht biegen, zwei- bis dreimal je nach ihrer Länge auf quer unter denselben, also der Länge des Daches nach liegende Hölzer, die „**Rahmen**" oder „**Dachruten**" gelegt, welche letztere wiederum auf Säulen ruhen. Diese Rahmen und Säulen bilden den **Dachstuhl**. Die Säulen und Dachruthen werden unter sich noch durch sogenannte **Bänder** verbunden. Je zwei einander gegenüberstehende Säulen verbindet man durch „**Kehlbalken**", auf welche Weise der Dachraum in zwei Etagen zerlegt wird.

Dachsparren erhalten Stärken von 13—17 cm; Dachruten werden etwas stärker genommen und Dachsäulen erhalten eine Stärke von etwa 20 cm.

Auf künstliche Konstruktionen, welche beim Bau größerer Häuser, insbesondere solcher, welche beträchtliche Säle enthalten, nötig werden, z. B. Hänge- und Sprengwerke, gehen wir nicht ein, indem solche ohne Zeichnung nicht gut verdeutlicht werden können.

Beim Massivbau kommt von den vorstehend beschriebenen Sortimenten nur derjenige Teil vor, welcher zum Dachwerk und zur Herstellung der Innenwände und Decken erforderlich ist.

Ein gewisser Holzverbrauch beim Häuserbau findet noch statt durch Anbringung der sog. Baugerüste, bestehend aus den senkrecht gestellten **Gerüststämmen**, den horizontal an diese angebundenen **Streckhölzern** und den wiederum rechtwinkelig zu diesen horizontal mit dem Bau sich verbindenden **Schlußriegeln**, auf welche letztere ein Bretterbelag aufgebracht wird, der den Werkleuten zum Standort dient.

Der Verbrauch von Bauholz kann zu allen Zeiten, in denen die geschäftliche Thätigkeit einigermaßen lebhaft ist, als ein solcher bezeichnet werden, daß dadurch ein sehr erheblicher Teil des Holzeinschlages unserer Nadelholzwälder absorbiert wird. Die Menge von Holz, die zu einem Hause Verwendung findet, variiert selbstverständlich ungemein je nach den Dimensionen und der Bauart.

Ein größeres bürgerliches Wohngebäude mit Fachwerkkonstruktion beansprucht immerhin gegen 150 fm Rundholz. Hierbei wird Gewicht darauf gelegt, daß etwa 40% in stärkerem Holz von ca. 35 cm Mittendurchmesser vorhanden seien; gegen 30% bedarf man von mittelstarkem Holz von 30 cm Durchmesser, 20% von solchem von 25 cm Durchmesser und nur 10% der schwächsten Sorte von 18—20 cm Stärke. Es ergibt sich hieraus die Schwierigkeit des Absatzes ungewöhnlich großer Quantitäten solchen schwachen Holzes von selbst, indem der Bedarf daran relativ gering ist.

Man verlangt vom Bauholz vor allem einen geraden, schlanken, möglichst vollholzigen Wuchs, nicht zu viele Aeste, welche letztere die Tragkraft beeinträchtigen und die Bearbeitung erschweren. Das Holz muß ferner vollkommen gesund und darf nicht drehwüchsig sein.

Man kann annehmen, daß ausgewachsenes Holz zum Bauen am besten ist, indem

das junge Holz niemals so fest und ausdauernd ist als dieses; altes, schon überständiges Holz besitzt hinwiederum nicht den erforderlichen Grad von Elastizität.

Holz, welches zu Balken bestimmt ist und einen möglichst hohen Grad von Tragfähigkeit haben soll, nimmt man lieber vom Stammende als von Gipfelstücken.

Engringiges, langsam im Schluß erzogenes Holz gibt nach der allgemeinen Annahme ein haltbareres Bauholz als solches, welches üppig und frech mit breiten Jahrringen erwachsen ist.

Das Material zu den Bauhölzern liefern dem Zimmermann vorwiegend die Nadelhölzer, insbesondere Kiefer, Fichte, Lärche, Tanne. — Zu den Grundschwellen und Ecksäulen, welche am meisten dem Eindringen der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, verwendet man in der Absicht, größte Solidität und Dauer zu erhalten, gern Eichenholz, wo solches noch in der Nähe zu haben ist. In Nadelholzgegenden jedoch findet meist ausschließlicher Verbrauch von Nadelholz statt.

Unter diesem wird ausgewachsenes kerniges Kiefernholz zu Schwellen und Säulen, ähnlich dem Eichenholz, vor Fichten den Vorzug verdienen. Zu Schwellen sowie zu allen Verwendungen in dunstigen Räumen ist auch Tannenholz bevorzugt, da es gegen Feuchtigkeit weniger empfindlich ist. Zu Balkenholz, bei welchem es auf einen möglichst hohen Grad von Tragkraft ankommt, wird hingegen die Weißtanne (wenigstens lokal, so z. B. in manchen Gegenden Thüringens) zurückgesetzt. Im übrigen ist Kiefernholz in Kieferngegenden gegenüber dem Fichtenholz meist bevorzugt [1]).

Ein vorzügliches Bauholz ist das Lärchenholz; man findet in manchen Gegenden, z. B. in Schlesien, uralte, aus Lärchenholz errichtete Gebäude, welche sich ganz vorzüglich gehalten haben. Der Weymouthskiefer macht man den Vorwurf einer gewissen Sprödigkeit; doch dürfte in dieser Beziehung das Vorhandensein von Vorurteilen nicht ausgeschlossen sein, wie denn überhaupt vorgefaßte Meinungen in Hinsicht auf die Bevorzugung dieser oder jener Holzart vielfach entscheiden.

Zu Riegelholz und schwachen Sparren verwendet man wohl auch Aspenholz; die edleren Laubhölzer, Ahorn, Esche, Ulme stehen vermöge ihrer Verwendungsfähigkeit zu vielen anderen Zwecken zu hoch im Preise, als daß sie zu Bauholz gebraucht werden könnten.

Die Buche ist anscheinend im eigentlichen Buchengebiet in früheren Zeiten, als es in vielen Gegenden Deutschlands am Nadelholz noch fehlte und die Einführung desselben durch den Mangel an Kommunikationsmitteln sehr erschwert war, mehr im Gebrauch gewesen, als dies heute der Fall ist. In alten Gebäuden findet man Buchenholz nicht selten in einzelnen Stücken; auch liegen Nachrichten vor, nach welchen dasselbe zum Aufbau einer größeren Anzahl von Häusern im Eichsfeld (Provinz Sachsen) verwandt wurde; so ist konstatiert, daß dies im Dorfe Lenterode bei Heiligenstadt nach Beendigung des dreißigjährigen Krieges geschehen ist; das betreffende Holz war beim Laubausbruche gefällt worden und man hatte die Stämme im Laube liegen lassen, bis sie durch die Belaubung ausgetrocknet waren [2]).

In neuerer Zeit hat man bezüglich des Pfarrhauses zu Lengfeld, ebenfalls im Eichsfeld gelegen, aus dem Jahr 1619 die Erbauung aus Buchenholz, mit Ausschluß der Schwellen, die von Eichenholz sind, nachgewiesen und an diese Thatsache mancherlei Wünsche und Hoffnungen für die Zukunft der Buche hinsichtlich ihrer Verwendung zu Bauzwecken angeknüpft (Zentralblatt der Bauverwaltung pro 1886). Der bauliche Zustand dieses Hauses ist mit Rücksicht auf sein hohes Alter ganz ausgezeichnet zu nennen, das Holz hat

1) Interessante Untersuchungen über die Wert-, bez. Preisverhältnisse verschiedener Nadelhölzer finden sich in dem Referat des Oberförsters Ney, erstattet auf der XIII. Versammlung deutscher Forstmänner zu Frankfurt a/M. 1884 (cf. Protokoll S. 111 ff.).

2) A. F. u. J.Ztg. 1865. S. 149.

insbesondere wenig vom sog. Wurmfraß gelitten. Die Jahreszeit der Fällung des verwendeten Buchenholzes ist nicht angegeben, hingegen finden sich in den Rechnungen Notizen über Ausgaben für Beschaffung von Salz zur Beizung von Brettern, die an einem Kirchturm verwandt wurden; an einer anderen Stelle findet sich wieder eine Notiz, nach welcher die Bretter „gesotten" wurden; es scheint also eine Art von Imprägnierung stattgefunden zu haben [3]).

Ausgedehnte Nachweisungen über die Verwendung der Buche zu Bauzwecken in der Gegend des Eichsfeldes hat Oberförster Lauprecht in Krit. Bl. 1865 geliefert. Hier wird die Anwendung besonderer Manipulationen zur Erhöhung der Dauer des Buchenholzes entschieden geleugnet, ebenso die ausgedehntere Anwendung der Sommerfällung in Abrede gestellt. Zur Erhaltung der alten Gebäude hat nach Lauprecht wesentlich beigetragen, daß das Holz nicht wie heute im Schlusse des Hochwaldes, sondern im weiten und lichten Stande des Mittel- und Plenterwaldes erzogen war, daß man viel stärkeres Holz verbaute, was einen durchgehenden scharfkantigen Beschlag gestattete, daß man Schornsteine nicht kannte, daß man die Balken nicht mit Lehm bewarf und so dem durch das Haus sich verbreitenden Rauche freien Zutritt zum Holz schaffte [4]).

Im Jahr 1864 hat die preußische Regierung die Anstellung von komparativen Versuchen darüber angeordnet, welche Fällungs-Art und Zeit zur Erhöhung der Dauer und Gebrauchsfähigkeit des Buchenholzes am vorteilhaftesten sei [5]).

Ueber die Resultate dieser Untersuchungen ist bis jetzt nichts in die Oeffentlichkeit gedrungen.

Wir bezweifeln, daß die Verwendung des Buchenholzes zu Bauzwecken jemals eine ausgedehnte werden wird; das geringere Gewicht des Nadelholzes, die größere Leichtigkeit seiner Bearbeitung, die Möglichkeit, aus den in weit längeren Stammstücken zur Verfügung stehenden Nadelhölzern eine viel bessere Auswahl für die einzelnen Bauholzsortimente treffen zu können, weiter die besondere Sorgfalt, welche dem Buchenholz bei der Fällung und Aufbewahrung stets zuteil werden muß, wenn es nicht stockig und rissig werden soll, dazu an den meisten Orten billiger Preis der Nadelhölzer werden diesen immer das Uebergewicht in der Verwendung zu Bauzwecken sichern, wenn auch im eigentlichen Buchengebiet eine untergeordnete Verwendung des Buchenholzes zu gewissen geringeren Sortimenten, z. B. Sparren, Riegeln, Innenwänden immerhin möglich und ratsam sein wird.

§ 3. Schiffsbauholz. Für die meisten Forsthaushalte des inneren Deutschlands kann die Erziehung von Schiffsbauholz nicht Zweck der Wirtschaft sein. Immerhin ist es bei der Wichtigkeit, vorhandene Starkhölzer von vorzüglicher Qualität möglichst gut zu verwerten, nötig, daß der Forstmann auch über die hauptsächlichsten Verwendungen des Holzes zum Schiffsbau orientiert ist [6]).

Hinsichtlich der Benutzung deutscher Hölzer für den Bau des Schiffskörpers kann fast nur gutes Eichenholz, weniger Buchen in Betracht kommen, während für Mastholz Nadelhölzer (Kiefer, Fichte und Tanne) Verwendung finden.

In Indien und auf den indischen Inseln wächst das für den Schiffsbau so vorzügliche Teakholz (tectonia grandis); eine weitere Bezugsquelle vorzüglichen Holzes hat sich

3) Eine Imprägnierung von Brettern mittelst Einlegen derselben in eine durch Mischung von Salz und Kalklösung herzustellende Flüssigkeit wird noch heute in Frankreich zur Konservierung derselben vorgenommen.

4) Vergl. den Aufsatz von Weise, Oe. F.Ztg. 1886. N. 12.

5) Die betr. Anleitung findet sich A. F. u. J.Ztg. 1865. S. 150 ff.

6) Anforderungen, welche an die in der preußischen Marine zu verwendenden eichenen Schiffbauhölzer zu machen sind. A. F. u. J.Ztg. 1863. S. 192.

seit einiger Zeit in Australien in den daselbst vorkommenden zum Geschlecht des Eucalyptus gehörenden Bäumen (Blue gum) gefunden.

Die meisten Teile des Schiffsgerippes bestehen aus Hölzern von verschiedener Krümmung; falls die natürlichen Holzgrößen zu gewissen Teilen nicht zureichen, müssen dieselben gut und dauerhaft aus verschiedenen Stücken zusammengeschäftet werden. Für die gekrümmten Hölzer verwendet man zwar gerne Hölzer, die schon von Natur krumm gewachsen sind, doch lassen sich durch heiße Wasserdämpfe auch Stämme von sehr ansehnlicher Stärke erweichen und durch Maschinen in die gewünschte Krümmung bringen.

Die Grundlage eines hölzernen Schiffs, gewissermaßen dessen Grundbalken, bildet der Kiel, ein vierkantiger, oblonger Balken von bedeutender Länge (der Länge des Schiffs entsprechend) und Stärke aus bestem Eichen- oder, da er ganz unter Wasser liegt, auch von Buchenholz hergestellt, meist zusammengestückt, da Dimensionen zu 2 m Seitenkante bei schweren Schiffen vorkommen. Am Vorderende ist als Fortsetzung der Vordersteven, schräg aufwärts gekrümmt, angefügt, am hintern Ende mehr senkrecht aufsteigend der Hintersteven.

Die Rippen erheben sich vom Kiel bis zur Höhe des Schiffsrandes und sind meist aus drei oder mehr Teilen zusammengesetzt. Zwei gegenüberstehende Rippen heißen Spanten. Zur Befestigung der Spanten auf dem Kiel dient das Kielschwein, ein auf dem Kiel aufliegender Balken von ähnlichen Dimensionen wie der Kiel selbst; zwischen ihm und dem Kielschwein sind die unteren Enden der Rippen eingezwängt. In das Kielschwein werden zugleich die unteren Enden der Masten eingelassen.

Am vorderen Ende des Schiffes steht schräg nach außen das Bugspriet; am hintern Ende senkrecht abwärts, in Angeln drehbar das Steuerruder, ein starker Balken, an dessen Ende ein breiterer Ansatz ist, der die drückende Wirkung auf das Wasser ausübt. Mancherlei Nebenstücke müssen zur Verbindung eingefügt und eingezapft werden.

Von außen und innen werden die Rippen mit den Planken benagelt; die innere Wandung derselben dient gleichzeitig als Lager für die querüberlaufenden Balken, welche das aus Bohlen bestehende Deck zu tragen haben. Die Deckbalken wölben sich schwach nach oben, damit das Wasser vom Deck rasch nach den Seiten hin ablaufen kann. Sie werden meist aus Eichenholz hergestellt, doch verwendet man auch Nadelhölzer, z. B. pitch pine (pinus rigida, Pechkiefer). Zur Befestigung der Deckbalken mit den Planken und zur Unterstützung dienen die Kniehölzer, welche jedoch vielfach durch Eisenknie ersetzt werden. Zur Herstellung der Decke werden nun noch Deckplanken, zumeist aus starken Nadelholzbohlen bestehend, aufgenagelt. Den Rand des Schiffes faßt noch eine Holzwand, welche 1¼—1¾ Meter hoch das ganze Schiff umzieht, ein. Zu diesem Zwecke sind die Rippen schon entsprechend über das Deck emporgeführt und bilden feste Pfeiler für die Holzwand, welche Bord genannt wird.

Alles über den Schiffskörper sich erhebende und zum Tragen der Takelage dienende Holzwerk heißt Rundholz; dasselbe scheidet sich in Masten, Stengen und Raaen.

Mast ist nur der unterste, dickste Teil des Ganzen; die zunehmend schwächer werdenden Aufsätze, welche diesem Teile erst die volle Länge geben, heißen Stengen; Raaen sind die an die Masten aufgehangenen Querbäume, welche die Segel tragen und ausspannen. Die Masten, deren die Schiffe je nach ihrer Größe drei, zwei oder nur einen tragen, werden aus den besten Nadelholzstämmen gezimmert, und die größeren müssen immer gestückt werden, da es Masten von etwa 1 m Durchmesser bei 40—50 m Höhe gibt. Je größer daher der Mast, um so mehr besteht er aus künstlich zusammengesetzten Teilen. Der Zusammenhalt wird durch eine entsprechende Anzahl sehr starker, eiserner Ringe vermittelt.

Auch die größten Raaen sind nicht aus einem Stücke hergestellt, sondern ähnlich den Masten aus Teilen zusammengesetzt.

Ebenso wie man den Schiffskörper, insbesondere bei Dampfschiffen in neuerer Zeit mehr und mehr aus Walzeisen statt aus Holz herstellt, so werden auch die Masten wenigstens in ihren unteren dicken Partien aus Eisen konstruiert, indem man dieselben aus Blech röhrenförmig herstellt, wobei dieselben, obgleich leichter als Holzmasten, doch widerstandskräftiger als diese sind.

Aus der Mannigfaltigkeit der zum Schiffsbau erforderlichen Hölzer folgt, daß der Forstmann unmöglich das zu dieser Verwendung taugliche Holz im Walde zu passenden Sortimenten ausformen lassen kann. Eine Hauptrücksicht ist die, daß man da, wo überhaupt auf den Absatz von Schiffsbauholz zu rechnen ist, die Stämme in ganzen Längen liegen läßt, selbst wenn dieselben Krümmen haben; letztere können bisweilen den Wert eines Stückes Holz geradezu erhöhen.

Das aus Süddeutschland in großen Mengen nach dem Rhein und von da nach Holland zu Wasser verschickte sog. Holländer Holz, sowohl aus Eichen-, als auch aus Nadelholz bestehend, wird großenteils zum Schiffsbau verwendet.

Es wurden früher für diese Hölzer sehr beträchtliche Preise gezahlt, welche jetzt zum Teil wesentlich gesunken sind [7]).

Für die Flußfahrzeuge, welche statt des Kieles einen breiten horizontalen Boden haben, an welchen die von den Kniehölzern getragenen Schiffswände im scharfen Winkel angefügt sind, bildet die Ausformung dieser Kniehölzer ein Hauptaugenmerk des Forstmannes. Zur Herstellung derselben wird ein in angemessenem Winkel vom Stamm abzweigender Ast oder am Stammende von Fichten ein horizontal abziehender Wurzelstrang benutzt.

Während für den Bau des eigentlichen Schiffskörpers neben starkem Buchenholz fast ausschließlich Eichenholz in Anwendung kommt, wird zu den Balken und Decken Nadelholz in großen Mengen verwandt. Zu den Masten und Raaen gebraucht man fast ausschließlich Nadelholz. Hierbei findet feinjähriges, gleichmäßig im Schluß gewachsenes Kiefernholz die meiste Beachtung. In Mitteldeutschland werden jedoch zu den Masten der Flußfahrzeuge auch Fichten gern genommen. Lärchenholz ist in jeder Beziehung gleichwertig.

§ 4. **Bergbauholz.** Man versteht hierunter alles beim Bergbau vorkommende Holz, welches zur Auszimmerung der Schachte und Stollen sowie zur Anlage von Förder- und Pumpwerken gebraucht wird.

Da das zu diesen Zwecken verwendete Holz den Einflüssen einer feuchten, warmen und dumpfen Atmosphäre ausgesetzt ist, so müßte man eigentlich besonderes Gewicht darauf legen, nur sehr haltbare Holzarten, insbesondere Eichen, zu benutzen. Allein die große Menge des Bedarfs, sowie der bei manchen bergmännischen Anlagen nur vorübergehende Gebrauch derselben, so z. B. kurzer Seitenstollen beim Kohlenbergbau, welche man, nachdem die Kohle ausgebaut ist, wieder verfallen läßt, führen dazu, daß man auch Nadelhölzer in großen Mengen benutzt.

Unter diesen steht die Lärche im besten Ansehen; der Hauptverbrauch findet aber neben dem Eichenholz in Kiefern statt; da dieses Holz harzreicher ist als Fichtenholz, so widersteht es der Fäulnis mehr als das letztere.

Man sieht meist auf Winterfällung.

Buchen verstocken leicht und sollen den großen Fehler haben, daß sie nicht wie andere Hölzer in gestocktem Zustande den Bruch vorher durch Knacken anzeigen; in frischem

7) Besonders berühmt waren die Preise für das Holländer Kiefernholz, welches im Hauptsmoor bei Bamberg gewonnen wurde. Vergl. A. F. u. J.Ztg. 1851. S. 151, woselbst Ergebnisse einer Versteigerung mitgeteilt werden, aus denen sich ein Preis von 116 Mark für ein Festmeter solcher Kiefern berechnet. Noch 1879 sind Preise von 89 M. pro fm erzielt worden. (Vergl. Z. f. F. u. J. 1884. S. 267.)

gesunden Zustand ist Buchenholz haltbar und wird auch in manchen Kohlengruben, z. B. der Saargegend, in größeren Mengen verbraucht.

In Kurhessen soll man beobachtet haben, daß Buchenholz, welches im Frühling bis 1 m Höhe vom Boden im Stehen geschält und sodann nach dem Abtrocknen im Herbst gefällt wurde, sich sehr gut gehalten hat.

Der Konsum des Grubenholzes ist am stärksten in den Kohlengruben; von dem Umfange des Bedarfs an Grubenholz kann man sich einen Begriff machen, wenn man aus Donner, Forstliche Verhältnisse Preußens, erfährt, daß in Westfalen jährlich 491 000 fm Grubenholz gebraucht werden. Es fällt hierbei ins Gewicht, daß die meisten Holzzimmerungen alle 4—6 Jahre, bei Nadelholzverwendung noch öfter, der Erneuerung bedürfen. Die Haltbarkeit des Holzes variiert sehr je nach der Druckfähigkeit des Gebirges. In Schlesien wurde ermittelt, daß auf eine Förderung von 100 Ztr. Kohlen 0,1240 cbm Holz und Schnittmaterial verwandt worden sind. In den königl. Steinkohlengruben zu Saarbrücken gebrauchte man in den 5 Jahren 1878—82 für je 100 Ztr. Kohlenförderung 0,1325 cbm Holz [8]). Die Förderung von Stein- und Braunkohlen im deutschen Reich betrug 1884 72 Millionen Tonnen à 20 Ztr. Nach obigen Zahlen würden daher für das Jahr 1884 1,9 Millionen Festmeter Holzverbrauch kommen, bei 3 Festmeter Durchschnittsertrag pro ha also nachhaltig 640 000 Hektar Wald zur Deckung des deutschen Kohlen-Grubenholzbedarfs nötig sein.

Die Grubenhölzer werden teils 4seitig, teils nur 2seitig beschlagen, teils auch ganz rund verwendet.

Die gebräuchlichsten Sortimente sind Thürstöcke, 1—3 m lang, 16—20 cm stark; sie werden 4seitig beschlagen. Auf ihnen ruhen die Kappenhölzer 1½—3 m lang, 13—16 cm stark und zweiseitig beschlagen; ferner verwendet man Stempel in den verschiedensten Dimensionen von 0,6—4 Meter Länge und 8—25 cm Durchmesser. Außerdem werden gebraucht: Schwellen, 2seitig beschlagen, 0,8—4 m lang, 10—18 cm stark, endlich Spitzen oder Scheiden, 1—1½ m L., 3—10 cm m. D.

Zum Auszimmern der Schachte gebraucht man Schachthölzer, welche 1,25 bis 5 Meter Länge und einen 4kantigen Beschlag von 15—18 cm haben müssen.

Außerdem hat man Fahrtschenkel oder Leiterbäume, Schacht- oder Spurlatten oder Stroßbäume als besondere Arten von Schachthölzern nötig, wozu stärkere Hölzer von 6 m ab bei 35—45 cm mittlerem Durchmesser verwandt werden. Zwischen den Geleisen der Förderbahnen bedarf man großer Massen von Brettern, Laufdielen oder Bohlen, wozu mit Nutzen Buchenholz verwendet wird, welches wenig splittert. Zu Verschalungen verwendet man Schwarten von Sägewerken in großen Quantitäten.

Die Grubenhölzer gewinnt man teils durchforstungsweise, teils durch Abtrieb ganzer Bestände. Die Forstverwaltung wird sich wohl nur ausnahmsweise darauf einlassen, das Holz in den vom Verkehr gewünschten Sorten ausformen zu lassen, falls nicht etwa ein Akkordverkauf vor der Fällung abgeschlossen ist. In der Regel wird man die Grubenholzstämme und Stangen in ganzen Längen aushalten und es dem Käufer überlassen, die Ausformung in die seinen Zwecken dienlichen Sortimente selbst zu bewirken.

Alles Grubenholz muß fest und gerade sein, nur die Thürkappen können etwas Biegung haben.

Eichenholz verwendet man fast nur noch in den Hauptstrecken; wo besonders lange Haltbarkeit derselben erreicht werden soll, mauert man sie wohl auch aus; statt des Holzes verwendet man auch Eisen.

8) Z. f. F. u. J. 1885. S. 414.

§ 5. **Holzverbrauch zum Erd-, Brücken- und Wasserbau.** Bei dieser Verwendung wird das Holz in der Erde und im oder am Wasser verwendet.

Es schlagen in dieses Gebiet die **Rostbauten**, die **Wegebauten**, der **Eisenbahnbau**, die **Straßenpflasterung**, der **Brücken- und Wasserbau**.

In weichem, feuchten Baugrund bedarf man der **Roste** zur sicheren Fundamentierung der Bauwerke. Dauerhafte Grundpfähle aus Eichen-, Kiefern- oder Lärchen-, sowie bei konstanter Nässe auch aus Erlenholz werden eingerammt und auf ihnen Schwellen eingezapft, welche man aus Eichen- oder altem Kiefern-, seltener Weißtannenholz herstellt. Es finden hier Hölzer von 20—30 cm Stärke als Rostpfähle Verwendung.

Zum **Wegbau** wird Holz neuerdings nur noch in sehr untergeordnetem Umfang, insbesondere zur Verschalung feuchter Stellen, in steinarmen Gegenden verwendet: 15 bis 20 Zentimeter starke gerade Stangen von Kiefern oder Erlen werden querüber mit etwas schwächeren, der Breite der Wege entsprechenden Knüppeln belegt. Auch gebraucht man Stangen zu Wasserableitern, sowie als Pfähle zur Befestigung von Böschungen sowie Faschinen in ganz sumpfigen Partieen. — Alle diese Bauten sind Notbehelfe bei Mangel an Steinen und bei der Absicht billigen Baues.

Beim **Eisenbahnbau** bedarf man der Schwellenhölzer sowie der Telegraphenstangen. Die Lieferung der Eisenbahnschwellen erfordert beträchtliche Mengen von Holz, auch wenn neuerdings eine gewisse Konkurrenz durch die mehr und mehr in Aufnahme kommende Verwendung eiserner Bahnschwellen eingetreten ist.

Zu Anfang der 1880er Jahre wurde die Länge der Eisenbahnen Deutschlands, die mit hölzernem Oberbau versehen waren, auf ca. 52000 km mit 57 Millionen Schwellen angegeben. Nimmt man die mittlere Dauer einer Schwelle zu 10—12 Jahren an, so erfordert die Erhaltung des Oberbaues jährlich ca. 5 Millionen Schwellen, wozu, da aus 1 Festmeter Rundholz etwa 6 Schwellen gearbeitet werden können, über 800000 Festmeter Schwellenholz benötigt werden [9]). Rechnet man einen Durchschnittsertrag von 2 fm Nutzholz pro Hektar, so würden nach dieser Annahme 400000 ha Wald zur Lieferung des jährlichen Bedarfs an Schwellen erforderlich sein.

Da die Waldfläche in Deutschland 14 Millionen Hektare beträgt, so würde die Produktion des nötigen Schwellenholzes, wenn dasselbe ausschließlich in Deutschland gewonnen werden sollte, zwar nur 1/35 der gesamten Waldfläche in Anspruch nehmen, allein immerhin ist lokal die Abgabe von Hölzern zur Schwellenfabrikation, insbesondere im Gebiete des **Eichenwaldes**, von besonderer Bedeutung.

Man unterscheidet gewöhnliche Bahn- oder Stoßschwellen und sog. Weichenschwellen; die ersteren haben eine Länge von 2,5 m, die letzteren sind länger und werden von verschiedenen Maßen (bis 5 m) gebraucht; man rechnet die untere Breite der Schwelle zu 26 cm (geringere Klassen bis zu 24 cm), die Höhe beträgt 16 cm, die untere Fläche, sog. Lagerfläche, muß durchaus vollkantig sein, an der oberen Fläche wird beiderseits 5 cm Waldkante zugelassen.

Man verlangt kerniges, festes, gesundes Holz, welches keine Astlöcher hat. Eine kleine Krümmung in horizontaler Richtung ist zulässig; die Lager- und die oberen Flächen müssen jedoch eben sein.

Nach einem vom Minister der öffentlichen Arbeiten in Preußen unter dem 6. Juli 1885 erlassenen Reskript wird vorausgesetzt, daß die Fällung des Schwellenholzes innerhalb der Zeit vom 1. November bis 1. März liegt.

Was nun die zu Schwellenholz geeigneten Holzarten anlangt, so kommt in erster

9) In Frankreich wurden 1883 nach dem Forst-Verkehrsblatt von 1886. N. 3. 5326000 Schwellen verbraucht; man rechnet, da dieselben meist imprägniert werden, bei Eichen eine 18jährige Dauer, bei Buchen eine solche von 8—10, bei Fichten von 12 Jahren.

Reihe die Eiche, ferner die Kiefer, untergeordnet die Buche in Betracht. In Frankreich werden auch Schwellen aus Kastanienholz hergestellt.

Auf den meisten deutschen Bahnen verwendet man Eichenschwellen, auf Nebenbahnen jedoch auch Kiefern, im Lärchengebiet wohl auch Lärchen. Außerdem hat sich die Buchenschwelle an manchen Orten eingebürgert; mehr als in Deutschland wird dieselbe in Frankreich verwandt [10]); auch auf den niederländischen Bahnen hat man in ausgedehnter Weise Buchenschwellen, welche mit Kreosot imprägniert waren, in Verwendung gebracht. Da die aus Buchenholz gearbeiteten Schwellen zur Erhöhung ihrer Dauer imprägniert werden müssen, so soll es ein wesentliches Erfordernis sein, daß das Rohholz nicht mit dem, in Buchenbeständen nicht selten auftretenden, roten Kern (einer Zersetzungserscheinung, mehr oben in der Nähe des Kronenansatzes auftretend, vielleicht Folge von Ausästungen und Ausbrechen von Zweigen) behaftet ist, weil in diesem Fall das Holz sich nicht imprägnieren lassen soll [11]).

Dieser Umstand würde für die allgemeinere Verbreitung der Buchenbahnschwellen verhängnisvoll werden, insofern die Abfälle vom Nutzholz bei Ausschluß alles mit rotem Kern versehenen Holzes so beträchtlich sein könnten, daß Buchenschwellen den Fabrikanten sehr teuer zu stehen kommen würden. Zum Glück soll auch rotkerniges Buchenholz sich mit Zinkchlorid imprägnieren lassen (Mitteilung des Oberforstrates Wilbrand).

Die Bahnschwellen werden am vorteilhaftesten aus mittelstarkem Holze gefertigt; bei ihm fällt am wenigsten Abfallholz in die Späne. Man kann annehmen, daß ein Rundholzstück von

28 cm	an Schwellen	— 1	Stück	
38 „	„ „	2	„	
48 „	„ „	3	„	
56 „	„ „	4	„	liefert.

Eine Schwelle hat 0,04 m; somit finden folgende Ausnutzungsverhältnisse statt:

28 cm D.	= 0,06 qm	enthält 0,04 qm	oder 66⅔%	nutzbares Holz,
38 „ „	= 0,11 „	„ 0,08 „	„ 73 %	„ „
48 „ „	= 0,18 „	„ 0,12 „	„ 66⅔%	„ „
56 „ „	= 0,25 „	„ 0,16 „	„ 64 %	„ „

Es fällt hiernach bei dem Schwellenholzarbeiten 27—36% der Rundholzmasse in die Späne und es zeigt sich, daß mittelstarkes Holz (38 cm m. D.) am vorteilhaftesten ist, weil es den geringsten Abfall hat, woraus folgt, daß Eichenstämme, welche infolge ihres Wuchses keine Anlage zu ausgesucht langem Starkholz haben, sondern nur Schwellenholz geben, im höheren Alter keine Qualitätszunahme mehr haben.

Ob der neuerdings mit den hölzernen Schwellen mehr und mehr in Konkurrenz tretende eiserne Oberbau die Holzschwelle in erheblichem Maße verdrängen wird, bleibt abzuwarten. Thatsache ist, daß mit den Eisenschwellen eine größere Abnutzung des rollenden Eisenbahnmaterials verbunden ist als mit Holzschwellen, da jene weniger Elastizität haben und dem auf sie wirkenden Druck nicht ausweichen. Nach belgischen Erfahrungen, mitgeteilt auf dem 1885er internationalen Eisenbahnkongreß in Brüssel, wird den eisernen Schwellen nicht nur der Vorwurf der geringeren Solidität und Festigkeit gemacht, sondern auch angegeben, daß sie teurer und schwieriger zu unterhalten seien als Holzschwellen. Gleiche Erfahrungen hat man mit Steinquadern gemacht. Zudem ist der geringe Preis des Eisens, ein Hauptmotiv zur Begünstigung der Eisenschwellen, vielleicht auch nur vorübergehend, sodaß mit der Zeit die Holzschwelle billiger sein wird als die Eisenschwelle,

10) Vergl. A. F. u. J.Z. 1867. S. 66; ferner Weise, Die Buchennutzholzfrage. Z. f. F. u. J. 1881. S. 545, sowie Z. f. F. u. J. 1884. S. 196.

11) Vergl. Wilbrand: Nutzholzwirtschaft im Basaltgebiet des Vogelsberges. A. F. u. J.Z. 1885. S. 147.

namentlich wenn durch zweckmäßige Imprägnierung die Haltbarkeit und Dauer der hölzernen Schwellen noch erheblich vergrößert wird.

Die Eisenbahnen bedürfen außer Holzschwellen noch der Telegraphenstangen, 6 bis 8 Meter langer, am Zopfende 15—17 cm starker Nadelholzstangen (Fichten, Kiefern, Lärchen), welche zur Beförderung ihrer Dauer meist vor der Verwendung imprägniert werden. Aus letzterem Grunde wird Sommerfällung bevorzugt; die Stangen müssen die wirklichen Stammenden der Bäume sein.

Zu Bremsklötzen an den Eisenbahnwagenrädern benutzt man mit Vorliebe Pappelholz.

Zur Straßenpflasterung verwendet man neuerdings auch in Deutschland Holzwürfel, nachdem schon längst in Amerika und England in ausgedehntem Maße von diesem Material Gebrauch gemacht worden ist. Besonders sind in Berlin seit 1873 verschiedene Versuche gemacht worden. Es wurden auf einer isolierenden Betonschichte von 20 cm Stärke, welche die Ebenheit des Pflasters sichern und die verderbliche Wirkung der Feuchtigkeit abschneiden soll, teils Würfel der amerikanischen yellow pine (Pinus Jeffreyi, Jeffrey's Kiefer), teils solche der deutschen Kiefer 18 cm hoch geschnitten, imprägniert mit Teer und Kreosotöl, als Hirnholz, sodaß die Längsfasern aufrecht stehen, gelegt, hierauf mit Kies überfahren und gewalzt.

Ein eigentliches Resultat haben diese Versuche noch nicht ergeben; erst nach einer größeren Reihe von Jahren wird es sich zeigen, ob lediglich amerikanisches oder auch deutsches Holz verwendbar ist. Neuerdings wird hier auch versucht, dem Buchenholz Eingang zu verschaffen; 1886 wurde eine Pflasterung mit imprägnierten Buchenholzwürfeln ausgeführt, welche aus den Forsten des Fürsten von Bismarck stammen.

Auch in Frankfurt a/M. sind Versuche mit Buchenholzpflaster gemacht worden, welche 18 Mark Kosten pro qm — gegen 12 Mark Kosten pro qm für Basaltpflaster — ergaben (cf. Reiß in A. F. u. J.Z. 1887 S. 71).

Das Holzpflaster vermittelt ebenso wie Asphalt einen geräuschlosen Verkehr, gestattet jedoch den Pferden einen sichereren Tritt, indem es das Eingreifen der Hufe erleichtert und so das Stürzen der Pferde verhindert. Seine Einführung würde, falls deutsches Buchen- und Kiefernholz sich bewährt, der besseren Ausnutzung mancher Wälder guten Vorschub leisten.

Der Wasserbau bedarf ansehnlicher Quantitäten von Holz zur Herstellung von Uferbefestigungen, zu Schleusen und Wehrbauten. Viele Uferbefestigungen stellt man durch Steinpackungen her, wobei öfters zunächst ein Holzrost einzurammen ist. Umfängliche Uferbauten von Holz kommen in Holland vor, wo vielfach sumpfiger und mit keinem haltbaren Untergrund versehener Boden vorherrscht. Zu diesem Zwecke gehen aus Mittel- und Süddeutschland viel Eichen- und Nadelhölzer in Form von Pfahlholz und stärkerem Rundholz auf dem Rhein dahin.

Ausgedehnter Verbrauch von Holz zu Wasserbauten findet ferner in Gebirgsgegenden statt, in denen Holzflößerei betrieben wird. Insbesondere sind es hier die Uferbefestigungen, die namhafte Quantitäten Holz in Anspruch nehmen; außerdem wird solches zum Bau der Rechen, sowie zu leichteren Stau- und Schleusewerken benutzt [12]).

Zu den bei der Holzflößerei vorkommenden Bauten verwendet man zumeist Fichten- und Tannenholz und gibt letzterem den Vorzug, da es sich im abwechselnden Zustand der Nässe und Trockenheit besser als ersteres hält.

Bei den anderen Wasser- und Brückenbauten findet Eichen- oder ausgewachsenes harzreiches Kiefernholz Verwendung. Zu Pfeilern unter Wasser (Piloten) eignet sich

12) Darstellung der Holzbringungsmittel in den kgl. bayerischen Salinenwaldungen, herausgegeben vom bayerischen Ministerialforstbureau 1860. Teil II, sowie Gayers Forstbenutzung, 6. Aufl. S. 336 ff.

auch Buchenholz, namentlich wenn dasselbe im Saft gefällt und sofort verbaut wird; dasselbe soll steinhart werden. Ebenso ist Erlenholz bei ausschließlicher Verwendung unter Wasser (z. B. für Roste) zu gebrauchen. Der Brückenbau erfordert bestes Eichen- und Nadelholz; zum Belag von Brücken werden neuerdings auch Bohlen aus Buchenholz gerühmt. Die an der Kölner Rheinbrücke gemachten Erfahrungen haben ergeben, daß Buchenbohlen sich zwar abreiben, aber nicht in dem Maß splittern wie Eichenbohlen. Die Dauer der letzteren war 2½jährig, der ersteren 3jährig. Da der Festmeter Buchenbohlen sich auf nur 41 Mark, hingegen der Festmeter Eichenbohlen auf 87 Mark stellte, so ergab sich mit Rücksicht auf die längere Dauer der Buchenbohlen bei ihrer Anwendung eine Ersparnis von 59%.

In das Gebiet des Wasserbauholzes gehören noch die Faschinen, d. h. drei und mehr Meter lange Reisigbunde, welche aus langen schlanken Ruthen ohne Laub, die sich leicht zusammenlegen lassen, zu Wellen gebunden werden. Am gesuchtesten sind Faschinen aus Weiden, welche gerade schlanke Triebe haben. Auch schwache Nadelhölzer, sowie Stockausschläge der Rhamnusarten, der Erlen und Haseln u. dergl. eignen sich sehr gut dazu, am wenigsten hingegen sperrige Astreiser.

Zur Befestigung der Faschinen bedarf man Buhnenpfähle, 1—2 m lang und 5—8 cm stark, aus Kieferndurchforstungshölzern, Erlen ꝛc. gefertigt. Dieselben werden durch die Faschinen hindurch in den festen Grund eingeschlagen.

§ 6. Böttcher- und sonstiges Spaltholz. Zur Fabrikation von Gefäßen für Aufbewahrung von Flüssigkeiten (Fässer, Bottiche u. dergl.) findet vorwiegend spaltiges, möglichst astfreies Eichenholz in kürzeren und längeren Stücken Verwendung. Das Ausspalten der sog. Dauben, sowie auch der Bodenstücke erfolgt nach der Richtung der Markstrahlen, nicht nach der Sehne des Holzes, weil im letzteren Falle die Gefäße durchlässig gegen Flüssigkeit sein würden.

Langsam erwachsenes, ganz feinjähriges Eichenholz ist minder dicht als weitringiges.

Kleinere Gefäße für den Haushalt (Butten, Eimer, Wannen) werden von Nadelholz verfertigt, wobei der Fichte der Vorzug gegeben wird.

Buchenholz wird ebenfalls zu Böttcherwaare, insbesondere zur Herstellung von Packfässern verwandt. Der Butterhandel Schleswig-Holsteins und Mecklenburgs bedarf großer Mengen von Buchenfässern. Auch Seefische werden vielfach darin versandt.

Außerdem verpackt man in solche Zement, Seife, Salz, Erze, Eisenwaaren u. dergl.[13]); auch kommt Petroleum vielfach in Buchenfässern zum Versandt.

In Ungarn soll Buchenholz zu Faßdauben, selbst zu Bierfässern in ausgedehnter Verwendung stehen; die Faßdauben werden jedoch vor der Bearbeitung mit Wasserdämpfen ausgelaugt[14]).

Die Dauben zur Anfertigung von Fässern, welche zur Aufnahme trockener Gegenstände bestimmt sind, werden nicht gespalten, sondern durch die Kreissäge in den erforderlichen Dimensionen geschnitten, da es hier nichts schadet, wenn der Schnitt nicht in radialer Richtung geführt ist.

Bei ungewöhnlich großen Gefäßen, selbst wenn dieselben zur Aufnahme von Flüssigkeiten bestimmt sind, können die einzelnen Bestandteile nicht durch Ausspalten gewonnen werden, sondern man fertigt dieselben aus geschnittenen Bohlen.

Zum Binden der Böttcherwaaren dienen Reife; bei größeren und schwereren Fässern und Bottichen verwendet man Eisenreife, außerdem solche von schlanken spaltigen Stockausschlägen der Birken, Haseln, Weiden, wohl auch Eichen.

Spaltholz wird außer zur Böttcherwaarenfabrikation benutzt zur Herstellung von Siebrändern und Schachteln; hierzu wird meist Fichten- und Tannenholz verwandt. Mit

---

13) Weise, Buchennutzholzfrage in Z. f. F. u. J. 1881. S. 543.
14) A. F. u. J.Z. 1865. S. 468.

dem Seltener- und Theurerwerden der schönen astfreien und spaltigen stärkeren Stämme nimmt die Fabrikation größerer Schachteln, die besonders wertvolles Holz beansprucht, welches im Groben ausgespalten, mit dem Schnitzmesser glatt gearbeitet und alsdann in die den Schachteln eigentümliche runde oder ovale Form gebogen wird, mehr und mehr ab, zumal dieselben durch billigere Kisten oder Pappschachteln vielfach leicht ersetzt werden; kleinere Schachteln, insbesondere Zündholzschachteln, beanspruchen weniger wertvolles Holz. Die Ränder derselben werden zwar auch aus glattem Holz hergestellt, allein man gewinnt dieselben nicht durch Spalten, sondern sie werden durch besondere Hobel in den den Schachteln entsprechenden Größen hergestellt und es ist daher die Spaltbarkeit des Holzes kein absolutes Erfordernis. In ähnlicher Weise, nämlich durch Hobel werden auch die Späne zu den Schiebkästchen, die zur Aufnahme der schwedischen Zündhölzer dienen, hergestellt. Man verwendet dazu Aspen-, in Deutschland auch Pappel- und Nadelholz.

Die gleiche Herstellung haben Späne für Etuis, Degenscheiden, Schuhsohlen, Spiegelbelege, sowie die für Bierbrauerei und Essigfabrikation wichtigen Klärspäne, aus Haselоder Buchenholz hergestellt, welche an manchen Orten einen beachtenswerten Konsum von Buchennutzholz hervorrufen.

In holzreichen Gegenden wird durch die Schindelfabrikation eine beträchtliche Menge von Spaltholz verarbeitet. Die Schindeln dienen zur Dach- und Wandbekleidung, man läßt sie beim Auflegen derart übereinandergreifen, daß die Fugen stets gedeckt sind. Sie werden aus spaltigem, astreinen Fichten- und Tannen-, wohl auch Lärchen-, seltener Buchenholz radial ausgespalten und mit dem Schnitzmesser geglättet. Auch gibt man ihnen durch ein besonderes Schindelmesser auf der einen Seite eine Nut, auf der anderen Seite schneidet man eine scharfe Kante (Feder), so daß gegenseitiges Eingreifen stattfindet. Auf Sägewerken stellt man Schindeln durch Bearbeitung mit der Kreissäge oder besonderen Maschinen (Gangloff'sche Schindelmaschine) her. Da dieselben jedoch nicht in der Richtung der Radien gearbeitet, sondern öfters schief über die Jahrringe geschnitten sind, so werfen sich solche und reißen leichter, haben daher nicht den Wert und die Haltbarkeit der Handschindeln. Die Maschinenschindeln werden jedoch als Unterlage für Schieferbedachung begehrt.

Uebrigens ist neuerdings in Warschau die Herstellung eines hölzernen Dachdeckungsmaterials versucht worden, welches aus mehreren, mindestens drei übereinanderliegenden Fournierblättern besteht, die dergestalt mit einander verleimt sind, daß sich ihre Fasern kreuzen, wodurch sie gegen jede Temperaturveränderung und Witterung unempfindlich sind; zudem werden sie asphaltiert.

Zur Instrumentenfabrikation bedarf man des Resonanzholzes, zu welchem sich gleichmäßig langsam erwachsenes, mit nicht zu breiten Jahrringen versehenes astreines und spaltiges Holz von Fichten oder Tannen besonders eignet. Man erhält dasselbe namentlich in höheren Gebirgslagen, so z. B. in Böhmen, ebenso im bayerischen Gebirge[15]).

Holzdrähte nennt man die aus glattem Holz hergestellten feinen Stäbe, welche zu Jalousien, Rouleaux, Tischdecken, in kurzem Zustand aber in großen Massen zu Streichhölzern verwendet werden. Vielfach eignen sich hierzu noch die bei der Resonanzholzfabrikation vorkommenden Abfälle. An anderen Orten wird Aspenholz in großen Mengen benutzt. Die Herstellung erfolgt mittelst Hobel, welche keine glatte Schneide, sondern statt derselben neben einander scharfe Röhrchen haben, deren jedes je einen runden Holzdraht von dem Rohholz abstößt. Für die schwedischen Streichhölzer werden auf Drehbänken bandartige

---

15) Im Z. f. d. g. F. 1884. S. 155 wird auf die Haselfichte, eine Spielart der gewöhnlichen Fichte, aufmerksam gemacht, welche zu Resonanzholz besonders geeignet sei, indem sie die Reinheit des Klanges befördere; dieselbe soll in Kärnten und Bosnien vorkommen und sich äußerlich durch weißgelbe Frühjahrssprossen, oft auch trauerweidenartige Beastung auszeichnen.

Streifen von Rundholz (meist Aspe) dünn abgeschält und alsdann entsprechend zerkleinert.

Zu den Spaltwaaren sind endlich noch die Holzstifte zu rechnen, welche namentlich für Schuhmacher in großen Massen aus Birken-, Ahorn- und Hainbuchenholz gewonnen werden.

§ 7. Verbrauch geschnittener Hölzer zur Tischlerei und den verwandten Betrieben, sowie zum Glaser- und Wagnergewerbe. Der Tischler liefert vornemlich Arbeiten zum inneren Ausbau der Häuser, sowie den größten Teil der Hausgeräte und Meubles. Er bedarf die sog. Schnittwaare, welche im Walde in Form von Blochen, Klötzen hergestellt wird. Ueberwiegend ist hierbei der Verbrauch von Nadelholzschnittwaare, doch kommen auch Eichen-, Buchen-, zur Möbelfabrikation außerdem noch Ahorn-, Ulmen-, Lärchen-, Nußbaum-, sowie wertvolle ausländische Hölzer (Mahagoni, Rosenholz ꝛc.) in Betracht.

Zu Fußböden wird meist Nadelholz, nur selten Eichenholz genommen. Fichte und Kiefer haben den Vorzug vor der mehr splitternden und weniger glatten Tanne. Statt der gewöhnlichen Dielen kommen mehr und mehr Parquetfußböden in Aufnahme, wozu die Hölzer in schmalen, kurzen Brettchen (Riemen) geschnitten werden, die teilweise glatte Seitenwände, teils solche mit Nut und Feder haben.

Die Verwendung der Buche zu Dielungen wird im Gebiete ausgedehnter Buchenhochwaldungen mit Eifer zu befördern gesucht. Ueber die Erfolge wird die Zukunft entscheiden. Es ist zu konstatieren, daß infolge der schwierigeren Bearbeitung der Buche sowie der für wirklich gutes Buchenholz schon jetzt nicht gerade niedrigen Preise Buchendielung keineswegs durch erhebliche Billigkeit sich auszeichnet [16]). Zu Treppenstufen ist die Buche neben der Eiche ohne Zweifel sehr geeignet, ebenso zu Treppenwangen.

Zu Vertäfelungen in modernen vornehmen Häusern findet Eichenholz, wohl auch Lärche, Arve Verwendung.

Zur Möbelschreinerei verlangt man am meisten Nadelholz, insbesondere zur Herstellung der die Hauptmasse des Konsums bildenden geringeren Möbel.

Auch die wertvolleren Möbel werden selten massiv aus teuerem Hartholz (Eichen-, Nußbaum), sondern aus Blindholz (Nadelhölzer, Pappel) hergestellt, auf welchem letzteren die Fourniere wertvoller, z. Teil ausländischer Hölzer aufgeleimt werden. Auch hier wie in so vielen Gegenständen der modernen Lebenseinrichtungen ist die Mode tonangebend. Während früher Mahagoni, später Nußbaum (namentlich der schön gemusterte amerikanische Nußbaum) eine Hauptrolle spielte, wird neuerdings Eichenholz zu den in besonderer Gunst stehenden Renaissançemeubles verwendet.

Einer Erwähnung bedürfen noch die aus gebogenem Buchenholz zuerst durch die österreichische Firma Gebrüder Thonet hergestellten sog. Wiener Meubels, deren Fabrikation auch in Deutschland (z. B. Sachsen) mit Erfolg versucht worden ist. Die zu diesen Meubels verwendeten Buchenhölzer werden aus glattem langschäftigen Buchenholz in Form von Latten ausgeschnitten, durch Dampf ausgetrocknet, mittelst Maschinen rund gehobelt und in erhitztem Zustande gebogen; die Verbindung der einzelnen Teile unter einander erfolgt lediglich durch Verzapfung und Verschraubung.

Diese Industrie scheint nur da mit Erfolg einführbar zu sein, wo schönes Buchenholz stärkerer Dimensionen noch billig zu haben ist. Auch die Thonet'schen Fabriken beziehen das Material meist aus dem holzreichen Osten der österreichischen Monarchie.

Bedeutende Mengen von Holz bedarf man zur Herstellung der Kisten. Wegen ihrer Leichtigkeit haben Nadelhölzer, sowie Pappeln und Aspen den Vorzug. Mengen von schwachen Kistenbrettchen werden jedoch auch aus Buchenholz gewonnen, so z. B. für die in

---

16) Borggreve in F.Bl. 1885. S. 50.

südlichen Ländern, insbesondere in den Hafenplätzen des mittelländischen Meeres zur Verpackung und zum Export von Früchten dienenden Kistchen, welche vielfach aus Oesterreich bezogen werden (s. g. Tavoletti).

Kistchen von geringen Dimensionen zum Verpacken von Parfüms, Seifen ꝛc., sowie Farbkasten, ferner Schatullen werden in Massen öfters in Fabriken verfertigt und es kommen hierbei neben Nadelhölzern auch Erlen, Ahorn und sonstige bessere Laubholzarten zur Verwendung. Zu Zigarrenkisten werden vielfach Erlen, für die besseren gewisse Sorten des roten Zedernholzes, einer dem Mahagoni verwandten Laubholzart, verwandt. Zu Jalousiebrettern nimmt man Nadelholz.

Der Glaser bedarf zu Fensterrahmen ein gleichmäßig erwachsenes, den Einflüssen der Witterung widerstehendes, dem Reißen und Werfen weniger ausgesetztes Holz; er bevorzugt Eiche und Kiefer, auch Lärche ist brauchbar; den Hauptbedarf liefert das engringige, ausgewachsene, kernige Kiefernholz, welches auf ärmerem Boden langsam erwachsen ist.

Der Wagner verwendet zumeist Laubhölzer, unter diesen vorwiegend Eiche; die Hölzer müssen gesund, fest und zähe sein, damit sie, ohne zu brechen, einer größeren Gewalt widerstehen können. Das meiste Material liefert Eiche, Buche, Ulme, Weißbuche und Birke.

Von erheblichem Umfang ist der Bedarf an Wagnerholz gerade nicht; ein gewöhnlicher Landwagner deckt mit 10 fm seinen ganzen Jahresbedarf. Manches, was früher aus Holz verfertigt wurde, stellt man jetzt aus Eisen her; so z. B. die Achsen, welche gegen hölzerne nicht nur eine weit größere Dauer, sondern, da sie weniger Reibung verursachen, auch einen leichteren Gang gewähren.

Der gewöhnliche Wagen besteht aus den Rädern, dem Gestell, der Langwiede und der Deichsel.

Die Räder haben in der Mitte die Nabe, die aus einem durchbohrten und metallgefütterten Eichen-, Ulmen- oder Eschen-Rundstück besteht; in dieselbe greifen die Speichen ein, welche auf der äußeren Seite in dem aus einzelnen Teilen (Felgen) zusammengesetzten Kranz befestigt sind.

Die Speichen fertigt man aus zähem ausgespaltenen Jungeichen- oder Eschenholz, bei Luxuswagen aus Hickory (Carya alba), welches Leichtigkeit und Festigkeit in sich vereinigt.

Die Felgen werden aus gesunden spaltigen Buchenscheiten im Rohen abgespalten, so daß der Kern abfällt; die Rindenseite bildet die äußere Krümme der Felge. Zur Herstellung der nötigen Krümme wird beiderseits entsprechend abgespalten.

Die Herstellung der Felgen erfolgt in ausgedehnten Buchenwaldungen in großen Quantitäten zum Zwecke des Handels.

Neuerdings kommt es (insbesondere beim Luxuswagenbau) auch vor, daß der Radkranz nicht mehr aus Felgen zusammengesetzt, sondern aus einem Stück gedämpften und durch starke mechanische Kraft gebogenen Holzes geformt wird [17]).

Ueber den Achsen liegen nun die Vorder- und Hintergestelle der Wagen; dieselben werden durch die Langwiede verbunden. Die Zugvorrichtung besteht aus den Deichselarmen und der Deichsel. Zur Ausrüstung der Last-Wagen gehören endlich noch die Leitern. Zu den Bäumen der Leitern verwendet der Wagner Nadelholzstangen, zu den Langwieden Eichen- oder Eschenstangen, die Deichseln stellt er aus Eichen-, Birken- oder Eschenstangen her. Die sonstigen Erzeugnisse des Wagner- und Stellmachergewerbes, Pflüge, Schlittenkufen, Schiebekarren ꝛc. bedürfen keiner näheren Beschreibung; Buchen- und Eichenhölzer werden auch hierzu besonders verwendet. Gekrümmte, wenn nur gesunde und ast-

17) Die Herstellung solcher Radkränze beschreibt Forstassessor Schmidt in Z. f. F. u. J. 1886. S. 194.

lose Stücke verwendet der Wagner vielfach; ja sie sind sogar in vielen Fällen von besonderem Wert.

Der Bau der Luxuswagen hat so viel Mannigfaltigkeiten, daß derselbe hier übergangen werden muß. Zum Oberbau derselben werden auch leichte Hölzer, Linde, Pappel ꝛc. als Füllholz benutzt.

Zu Lafetten wurde früher in ausgedehntem Maße Ulmenholz verwandt; heute verfertigt man dieselben aus Eisen.

Zu dem Wagenbau gehört endlich noch die Herstellung der Eisenbahnwaggons, welche in ihrem Balkengerippe viel Eichen- und Eschenholz, in ihrer Füllung weiche Hölzer in großem Umfange beanspruchen; nach Gayer bedarf man zu einem verschlossenen Eisenbahngüterwagen ca 1 cbm Eichenholz.

§ 8. Holzverbrauch in der Schnitzerei und Spielwaarenfabrikation. Die eigentliche Kunstschnitzerei verbraucht Linden-, Aspen-, Ahorn- und Nußbaumholz; in den Gebirgsländern der Schweiz und Tyrols bildet auch die Zirbelkiefer vielfach den Rohstoff zu den überaus mannigfachen Artikeln, welche in alle Welt gehen (z. B. Tierfiguren, geschnitzte Rahmen aller Art, Uhrgestelle, Schmuckbehälter).

Zu groben Schnitzwaaren als Mulden, Schüsseln, Tellern, Wurfschaufeln, Kochlöffeln, Stiefelhölzern, Kummethölzern werden Buchenhölzer verwandt, für feine Schuhleisten Hainbuchen, für gewöhnliche Rotbuchen.

Holzschuhe verfertigt man aus Buchen, Erlen, Birken, auch Pappeln und Weiden. Flintenschäfte werden aus Nußbaum, Ulme, geringere aus Buchenholz hergestellt.

Kinderspielwaaren, z. B. Tiere, Kinderflinten, Holzmusikinstrumente (Flöten, Geigen) werden hauptsächlich aus Fichtenholz fabriziert. Sie sind Gegenstand der Herstellung im Erzgebirge und Thüringerwald; ihre Produktion verringert sich jedoch mehr und mehr wegen des verfeinerten Geschmacks, der bessere Produkte verlangt.

§ 9. Sonstiger Holzverbrauch in Gewerben und Fabriken. Viele Gewerbe werden mit Wasserkraft betrieben und bedürfen der Räder und der dazu gehörigen Wellen; zu letzteren bedarf man gerader, gesunder, starker Stämme von Eichen oder Tannen, auch Kiefern. Zu Wasserrädern nimmt man Buchen- und Eichen-, zu den Schaufeln auch Nadelholz, wofern nicht Konstruktionen aus Eisenblech gewählt werden.

Zu den Oel-, Walk-, Pochmühlen und Hammerwerken bedarf man starker Eichenstammhölzer, weniger Nadelhölzer. Die Pochstempel sowohl, als auch die Stoßtröge werden nur vom zähesten harten Holz verfertigt. In Hammerwerken sind die Hammerwellen und die dazu gehörigen Gerüste von Eichen, der den Hammer tragende Arm oder Helm von Buchen, Birken, Eschenstammenden; der Ambosstock, auf welchen der Ambos eingelassen wird, besteht aus einem 1 m starken und 2 m langen Eichenstock, welcher in Eisen gebunden ist. Die innere Einrichtung der Gewerke, Mühlen und Fabriken fällt hinsichtlich ihrer Verwendung in das Kapitel vom Hochbau.

§ 10. Holzverbrauch zur Papierfabrikation[18]). Wenn auch der geringere Papierverbrauch früherer Zeiten durch das gewöhnliche aus Hadern hergestellte Papier vollständig gedeckt worden ist, so machten sich doch schon im vorigen Jahrhundert Versuche geltend, um den gesteigerten Konsum durch andere Pflanzenstoffe zu decken. Den Fortschritten der modernen Technik und den erweiterten chemischen Kenntnissen gelang es, aus Holz sehr brauchbare Produkte herzustellen, welche zu Papier verarbeitet werden. Man unterscheidet zwischen dem lediglich durch Zerschleifen auf mechanischem Wege hergestellten Holzstoff und dem auf chemischem Weg aus dem Holz extrahierten Zellstoff, der

18) Weber, Ueber die Bedeutung einiger Holz verarbeitenden Industriezweige. F. Zbl. 1883. S. 73 u. 189.

Holzzellulose, deren Gewinnung jedoch ebenfalls an eine vorausgehende mechanische Zerkleinerung geknüpft ist.

a) Bei dem mechanischen Zerschleifen des Holzes, welches in schwächeren Rundhölzern von 10—20 cm Durchmesser verwendet wird, findet zunächst Entrindung, Spalten der stärkeren Stücke, Entfernung der Aeste durch Aushauen oder Ausbohren statt; hierauf werden mittelst der Kreissäge Abschnitte von 25—50 cm hergestellt und diese an rotierende Steine gepreßt, wodurch Holzteilchen abgerissen werden, die mittelst kontinuierlich zuströmenden Wassers zu einem dünnen Brei sich vereinigen, welcher sortiert, entwässert und in Formen gepreßt wird.

Derartige Fabriken sind nach Weber in Deutschland 293 (in Sachsen allein 125) vorhanden und es wird der Jahresbedarf derselben an Holz auf 146 000 fm angegeben.

b) Bei der Zellulosefabrikation werden die Hölzer durch eine mechanische Hackvorrichtung in schwache Scheibchen und Bröckchen zertrümmert, diese Produkte zwischen geriffelten Quetschwalzen weiter zermahlen und demnächst entweder durch Kochen in kaustischer Natronlauge unter hohem Druck oder unter Einwirkung von doppeltschwefligsaurem Kalk (Mitscherlich'sches Verfahren) in ihre einzelnen Zellen aufgelöst.

Die auf diese Weise hergestellte rohe Zellulose wird gewaschen, mit Chlorkalk gebleicht und schließlich durch Walzen gepreßt und getrocknet.

Nach Weber kann man für die in Deutschland zur Zeit bestehenden einige 20 Zellulosefabriken einen Jahres-Holzkonsum von 230 000 Raummeter annehmen.

Zur Verwendung in der Papierfabrikation gelangen Aspen-, Pappeln-, Linden-, Fichten-, Tannen- und Kiefernhölzer. Aspen, Pappeln und Linden geben einen ganz besonders weißen, sehr gesuchten Stoff. Da schon ziemlich schwache Prügel und Stangen gebraucht werden können, so ergibt sich durch diese Fabrikation ein ausgedehntes Feld für die Zugutemachung von Durchforstungshölzern; freilich spielt die Frage der Transportkosten hierbei eine große Rolle, um so mehr, als durch die bedeutende Konkurrenz die Preise des Fabrikates gedrückt sind und den Fabriken hinsichtlich der beim Einkauf des Holzes anzulegenden Preise gewisse Beschränkungen auferlegen.

Außer zur Papierfabrikation wird die Zellulose roh zur Herstellung von Pappe, sowie von gepreßten Ornamenten für Meubel, zur Imitation von Leder verwendet [19]).

§ 11. Darstellung von Holzwolle. Unter Holzwolle versteht man einen Stoff, der durch mechanische Zerfaserung von Hölzern, namentlich Nadelhölzern gewonnen und in großem Maßstab zur Verpackung, sowie als Polstermaterial, ferner als Streu für das Vieh, endlich auch zum Filtrieren von Flüssigkeiten benutzt wird. Die Holzwolle, zuerst in Amerika dargestellt, wird als ein Nebenprodukt in größeren Holzwaarenfabriken, aber auch in eigenen Etablissements vorwiegend aus Nadelhölzern (jedoch auch Aspen, zu Polsterzwecken auch aus spanischem Rohr) gewonnen. Die Hölzer werden in Stücken von 50 cm Länge und 15 cm Breite vorgearbeitet, zwischen zwei Walzen gespannt und mittelst eines Apparates, der eine Anzahl nebeneinander stehender Messer enthält und durch eine Kurbelstange hin und her bewegt wird, geritzt. Seitwärts von diesem Apparat steht je ein glattes Hobelmesser, welches die geritzten Fasern abschneidet, die nun als Holzwolle unter die Maschine fallen. Je nachdem die Ritzmesser enger oder weiter gestellt sind, wird die Holzwolle feiner oder gröber ausfallen.

Auch diese Fabrikation verwendet vorwiegend schwache Hölzer, die im Wege der

---

19) Zu solchen Ornamenten verwendet eine Thüringer Firma (B. Harras in Böhlen) gemahlene Sägespäne, die mit einem Klebstoff durchtränkt sind, auf welche eine ganz feine äußerst biegsam gemachte Holzfournierplatte aufgepreßt wird, die sich dann untrennbar mit der Unterlage verbindet und so ein ganz scharf gepreßtes Holzornament ergibt, welches mit den Produkten der Holzbildhauerei wetteifert. Die Firma nennt ihr Produkt „Kunstholz“.

Durchforstungen zu gewinnen sind, so daß ihre Einbürgerung lokal eine nicht zu verachtende Hebung des Holzabsatzes bewirkt.

§ 12. Gerätehölzer im landwirtschaftlichen Gewerbe. Der Hauptverbrauch der Landwirtschaft an Nutzhölzern erstreckt sich auf schwächere Stangenholzsortimente, Bohnenstangen, Hopfenstangen, Baumpfähle, Weinpfähle, sowie Zaunpfähle und Zaungerten, Stangen und Pfähle zu Notschuppen, Feimen [20]); außerdem kommt mancherlei Reisig zu Erbsenreis, Zäunen, Bindweiden, Besenreisig in Betracht, ferner Geschirrhölzer zu Deichseln, Leiterbäumen, Heubäumen und sonstigem Material zur Instandhaltung der ländlichen Fuhrwerke.

Die meiste Beachtung des Forstmannes verdient der Bedarf an Hopfenstangen und Weinpfählen, welche öfters in großen Quantitäten begehrt werden und einen sehr angenehmen Absatz für Durchforstungsergebnisse selbst entlegener Waldungen darbieten.

Bei Hopfenstangen, deren Absatz allemal dann besonders ausgedehnt zu sein pflegt, wenn einige gute Hopfenjahre vorausgegangen sind, durch welche der Antrieb zur weiteren Ausdehnung der Hopfenanlagen gegeben wird, unterscheidet man in der Regel für den Handel drei Klassen von 7, 8 und 9 cm Stärke bei 30 cm über dem Abhieb. Die Normallänge ist das 100fache der angegebenen Stärke, also 7, 8 und 9 m. Sie werden aus schlankem, geraden Nadelholz, meist Fichtenstangen gewonnen. Zur Beförderung des Austrocknens, behufs Ersparnis an Fracht werden sie entrindet, jedoch nicht ganz glatt geputzt, so daß die Hopfenranken noch Halt finden.

Weinpfähle gewinnt man aus Eichen, Kiefern, sowie auch Kastanien und Akazien. Die Kastanienpfähle, welche im Elsaß in Verwendung stehen, stellt man durch gespaltene Stockausschläge der Edelkastanie her.

Ueber die senkrecht eingeschlagenen Weinpfähle werden da, wo man den Wein in die Länge zieht, auch noch Querlatten gespannt.

Die Verwendung der Kiefernweinpfähle bildet in manchen Gegenden einen beachtenswerten Beitrag zur Erhöhung der Nutzholzausbeute [21]).

§ 13. Brennholz. Je mehr durch Ausdehnung des Eisenbahnnetzes die fossile Kohle als Feuerungsmaterial für Wohnungen und Fabrikanlagen an Terrain gewonnen hat, um so mehr ist der Bedarf an Brennholz zurückgegangen, und es ist in dieser Beziehung in vielen Forsthaushalten ein völliger Umschwung in den Absatz- und Verwertungsverhältnissen eingetreten. Dank der ausgedehnten Verwendungsfähigkeit des Holzes als Nutzholz zu den vielen Zwecken, deren hervorragendste wir bereits betrachtet haben, hat sich dieser Umschwung in den meisten Gegenden mit nur vorübergehenden Störungen vollzogen; dieselbe Eisenbahn, welche die Kohlen ins Land bringt, ermöglicht auch öfters die Ausfuhr von Nutzhölzern in früher nicht gekanntem Umfange und begünstigt die Anlage Nutzholz konsumierender Fabriken. — Immerhin ist im Durchschnitt die Verwendung des Holzes in Deutschland als Brennholz, wenn man die Masse desselben in einem Prozentsatz des Gesamtholzeinschlags ausdrückt, gegenüber der des Nutzholzes überwiegend, hauptsächlich im Gebiet der ausgedehnten Laubholz-, namentlich Buchenforste.

Die Verwendung des Holzes zu Feuerungszwecken ist eine verschiedene insofern, als dieselbe teilweise zur Heizung der Wohnränme sowie zum Betrieb gewerblicher und industrieller Anlagen erfolgt, teilweise auch nur eine mittelbare ist, indem das Holz durch eine unvollkommene Verbrennung in Kohle verwandelt wird, welche ihrerseits wieder zur Verwendung in mannigfachen Gewerben dient.

---

20) Ein beachtenswerter Absatz von Eichenpfahlhölzern stärkerer Dimensionen findet aus Mittel- und Süddeutschland auf dem Rhein nach Holland statt, woselbst zu den Gerüsten der Feimen in Sechseckform diese Eichenpfähle (Bergruthen genannt) tief in die Erde gerammt werden.

21) Schnittspahn, Anfertigung der Wingertspfähle. F. Zbl. 1883. S. 22.

Zur Heizung der Wohnräume sowie zum Verbrauch in der Küche sind die harten Holzarten und unter diesen die Rotbuche besonders begehrt. Ihr nahestehend ist die Birke sowie das geschälte Jungeichenholz, während Alteiche im Wert bedeutend zurücktritt.

Zur Bäckerei, zum Betrieb mancher gewerblicher Anlagen und Fabriken, z. B. Ziegelbrennereien, Kalköfen, Porzellanfabriken, Glashütten, wobei es auf intensive flammende Hitze ankommt, wird dem Nadelholz der Vorzug gegeben.

Die Kohle endlich bedürfen gewisse Metallarbeiter, z. B. Schlosser, Schmiede; auch hat Eisen, welches unter Verwendung von Holzkohlen im Hochofen gewonnen ist, zu manchen Zwecken, z. B. als Walzblech, entschiedene Vorzüge vor dem mit Steinkohlen gewonnenen Eisen.

Auch gebraucht man Kohle zur Pulverfabrikation, wobei für feineres Pulver die schwachen, 1½—3 cm starken Ruten des Faulbaumholzes (Rhamnus frangula), für geringere Sorten die Prügelhölzer der Weißerle in großen Quantitäten Verwendung finden.

In Glashütten, in denen eine anhaltende stark brennende Flamme notwendig ist, findet manchen Ortes eine Verbrennung resp. Verkohlung des Holzes statt, vermittelst dessen ein Holzgas gewonnen wird, dessen Flamme die Glasmasse in geschmolzenen, glühendflüssigen Zustand bringt und leichter darin erhält als bei direkter Anwendung von Holz. Eine analoge Gasfeuerung läßt sich natürlich auch unter Anwendung anderer Rohheizmaterialien, z. B. Kohle, Torf ꝛc., einrichten.

In der Porzellanfabrikation kann Holz für Herstellung von Gegenständen, die eine gewisse empfindliche blaue Farbe erhalten, nicht entbehrt werden, da bei Anwendung der Kohle die sich bildenden Gase durch ihren Gehalt an schwefliger Säure auf diese Farbe zerstörend einwirken.

Die Verkohlung des Holzes in Retorten hat die Gewinnung gewisser Nebenprodukte, z. B. des Holzessigs und des Holzteers, zur Folge. Die Verwendung des letzteren Produkts ist zu Zwecken der Konservierung von Schiffen eine bedeutende. Derselbe wird in Massen aus Schweden, Finnland und Rußland eingeführt. Zur Gewinnung von Holzessig hat man praktische Versuche unter ausgedehnterer Verwendung von Buchenbrennhölzern in Laubach im Großherzogtum Hessen gemacht. Die Fabrik Friedrichshütte gebraucht alljährlich 8000 fm und hat Absatz nicht allein für die gewonnenen flüssigen Produkte, sondern auch für die zurückbleibende Retortenkohle [22]). Zu Solina in Galizien ist 1881 eine Fabrik zur Erzeugung von Holzessig gegründet worden; für 1 Gulden Holz wurden 8½ Gulden Spirituswert produziert, allerdings kostete der Raummeter Buchenholz nur 1⅓ Gulden [23]).

§ 14. **Holzverwendung nach den verschiedenen Holzarten und Sortimenten.** Rekapitulieren wir die bisher mitgeteilten Verwendungen des Holzes, insbesondere des Nutzholzes, nach den gebräuchlichsten Holzarten und deren einzelnen Sortimenten, wobei wir den Gesichtspunkt einhalten, daß eine möglichst intensive Ausnutzung der Hauungsergebnisse zu den gebräuchlichsten Nutzhölzern stattfindet, so daß nur ein Minimum von Brennholz verbleibt, so ergibt sich folgendes:

1. **Laubhölzer.**

Der **Eichenwald** liefert in **starken** Stämmen das Material zu Mühlwellen, zu den stärksten Teilen der Poch- und Hammerwerke, zu Schiffsbauholz (Holländer), zu Brücken- und Schleusenbauten, außerdem Schneidehölzer für das Tischler- und Glasergewerbe, zu Bohlen für Brücken, sowie in den untersten Stammteilen Amboskötze [24]). Das mittelstarke Eichenholz wird ausgenutzt zu gewöhnlichem Bauholz, zu geschnittenen Hölzern für den Grubenbetrieb, in der Hauptsache aber, besonders bei mangelnder Astreinheit, zu Bahn-

---

22) Thum, Zur Frage der Verwendung von Buchenholz. A. F. u. J.Z. 1882. S. 298.
23) C. f. d. g. F. 1882, S. 122.

schwellenholz. Auch fallen hier, sowie in den anbrüchigen Abschnitten der stärksten Klasse die Spalthölzer für Böttcher aus.

Die geringeren Stämme verwendet man vorzüglich zu Wagnerholz, zu Pfählen für Erd- und Wasserbau, ferner zu Grubenholz.

Die Stangenhölzer von 14 cm abwärts gewähren die Hauptmasse des Grubenholzes, sowie viel Material für Wagner, ebenso Weinbergspfähle. Die Rinde jüngerer Hölzer (Stockausschläge) wird zu Lohe benutzt, auch aus schwachen Aesten und Zweigen gewinnt man noch Loheextrakt.

Der Buchenwald, dessen geringe Rentabilität an vielen Orten noch der Gegenstand stehender Klagen ist, bietet Material zu vielfacher Verwendung als Nutzholz. Im Hochbau bei genügender Stärke sind Buchenschnitthölzer zu verwenden zu Treppen, Fußböden, Parquets; außerdem ist, wie in § 2 gezeigt wurde, die Buche als Bauholz keineswegs zu verachten.

Im Eisenbahnbau wird Buchenholz imprägniert zu Schwellen, für Brücken, zu Belagbohlen verwandt; für Straßenpflaster, sowie zur Pflasterung von Pferdeställen wird es imprägniert ebenfalls gebraucht. Für Schiffskiele, sowie zu Wasserbauten, sofern das Holz ganz unter Wasser kommt, ist Buche stets sehr vorteilhaft zu verwenden. Buchenklötze sind zweckmäßige Unterlagen für Maschinenbestandteile; auch liefern sie das Material für Spaltwaren von mancherlei Art (Siebläufe, Faßdauben für Butter- und andere zur Aufbewahrung trockener oder doch nur allenfalls feuchter oder fettiger Gegenstände bestimmte Fässer). Der Wagner gebraucht Buchen in Massen zu Felgen und sonstigen Bestandteilen der Oekonomiewagen; im Luxuswagenbau wird Buchenschnittware verwandt, ebenso im Pianofortebau; ausgedehnt ist die Verwendung zu Buchenmeubels. Kisten geringerer Dimensionen, sowie Schatullen, eine Menge landwirtschaftlicher Geräte, Bürstenhölzer, Zigarrenwickelformen, Schuhabsätze, Schuhleisten, Klärspäne, sowie Haushaltungshölzer der verschiedensten Art verfertigt man ebenfalls aus Buchenholz, geringere Rundhölzer geben Grubenholz.

Hainbuchen gebraucht man zu Kämmen für Mühlwerke, zu Maschinenholz, zur Zusammensetzung von Fleischwiegeklötzen, zur Herstellung von Hammerstielen, Dreschflegeln, von besseren Schuhleisten, zu Schuhmacherstiften.

Ahorn verwendet der Tischler zu Meubels und Fournieren, man fertigt daraus Parketen; in Holzwarenfabriken wird er in ausgedehntem Maße zur Herstellung feiner Kästchen, zu Thermometer- und Barometerbrettchen u. dergl. gesucht.

Eschenholz ist als Wagner- und Schreinerholz, sowie beim Bau von Eisenbahnwagen, ferner zu Werkzeugen, Turngeräten, Lanzenschäften überall gut absetzbar.

Ulmen geben Wagnerholz sowie gesuchtes Tischlerholz; zu Hackklötzen verwendet man die Stammenden.

Lindenholz wird zu feinen Schnitzarbeiten, außerdem mit Vorliebe in der Etuisfabrikation verwandt.

Birkenholz gibt in genügender Stärke gutes Schnittmaterial für Tischler, außerdem findet es vielfachen Absatz an Wagner; die geringen Stangen geben Reifholz für Böttcher.

---

24) Ein bedeutendes Absatzgebiet für süd- und westdeutsches Eichenholz bildet Holland: Starke Stammenden von 60—100 cm Durchmesser, in der Mitte durchschnitten oder durchspalten, um die Qualität und Spaltbarkeit beurteilen zu können, nennt man Wagenschuß (von Wainscot, Wandgetäfel, abgeleitet). Man verlangt zartes, astreines, geradrissiges, feinfaseriges Holz. Dasselbe wird zu feinen Tischlerarbeiten, Vertäfelungen, Fournieren 2c. verwandt. Rundklötze und beschlagene Eichen von stärkeren Dimensionen gehen als sog. Holländer; dieselben können ästig sein, auch schadet eine geeignete Krümmung nichts. Sie finden Verwendung als Kanthölzer und beim Schiffsbau. Bergruthen und Pfähle sind eine geringere Art der beschlagenen Eichen; erstere werden zu Pfählen für Frucht- und Heuschober, letztere zu Rammpfählen und Bauholz gebraucht. In Betreff der Sortimente des überseeischen Handels aus den Ostseehäfen vergl. Guse in Z. f. F. u. J. 1887, S. 175.

Rot-Erlen werden beim Wasserbau gebraucht, außerdem liefern sie Schnittmaterial zu Zigarrenkisten; schwaches Weiß-Erlenholz gibt Kohle zur Pulverfabrikation.

Pappel- und Aspenholz findet Verwendung in der Kistenfabrikation, zu Etuis, zu Blindholz für Meubels. Aspen werden ferner mit Vorliebe zur Papierfabrikation, zu Zündhölzern und Zündschachteln benutzt. Auch Mulden und viele andere Schnitzfabrikate stellt man aus ihnen her.

Elsbeere ist eines unserer wertvollsten Nutzhölzer; Drechsler und Tischler benutzen dasselbe; besonders gesucht und sehr gut bezahlt wird es behufs Verwendung zu Thermometer- und Barometerbrettchen.

2. Nadelhölzer.

Die größte Ausbeute an Nutzholz gewähren Fichten und Tannen. Sie liefern die große Masse der Hoch-, Wasser- und Brückenbauhölzer, Mastholz beim Schiffsbau sowie das Material zu Schnittwaren der verschiedensten Art (Bohlen, Bretter, Latten) zu Bauzwecken und zur Verwendung von Tischlern und Kistenmachern. Spalthölzer gebraucht man zur Schachtelfabrikation und zu Packfässern.

Geringere Stärken verwendet man zu Gerüststangen, Telegraphenstangen, zu Grubenholz, zur Herstellung von Holzwolle und große Massen von schwachem Rundholz zur Papierfabrikation.

Schlanke Stangenhölzer liefern Hopfen-, Zaun- und Bohnenstangen, Baum- und Weinpfähle.

Tannenholz ist manchen Ortes weniger gesucht als Fichte, insbesondere weil vielfach alte Tannen zur Abnutzung gelangen, die ästig und kernschälig sind und deshalb versteckte Fehler haben; auch ist Tannenholz schwerer als Fichtenholz. Zu Fußböden verwirft man Tanne wegen des Splitterns. Der Zimmermann nimmt Tannenholz weniger gern zu Balken, weil seine Tragkraft derjenigen der Fichte nachstehen soll, er verwendet es aber mit Vorliebe zu Schwellen.

Beim Wasserbau hat es den Vorzug vor Fichte.

Kiefern geben in stärkeren Dimensionen und bei genügender Feinjährigkeit ein gesuchtes Qualitätsholz für Glaser, Tischler, sowie Mastholz. Auch findet Kiefernholz viel Verwendung zu Bahnschwellen. Als Bauholz wird es in den eigentlichen Kieferngegenden dem Fichtenholz vorgezogen. Sehr gesucht ist es zu Grubenholz und wird hierbei vor Fichte und Tanne bevorzugt.

Lärche steht zu Bauholz sowie Schreinerholz, ebenso zu Grubenholz im besten Ansehen.

Weymouthskiefer gilt wegen seiner geringen Neigung zum Werfen als ein gutes Holz für Tischlerzwecke sowie als Modellholz; als Bauholz ist es wegen angeblich mangelnder Tragfähigkeit für manche Zwecke etwas mit Mißtrauen angesehen; gegen Fäulnis ist es entschieden sehr widerstandsfähig; Stangenhölzer sind außerordentlich zähe und haltbar.

Zürbelkiefer (Arve) ist ein wertvolles Tischlerholz, welches infolge seiner schönen gelbbraunen Farbe namentlich zu Vertäfelungen gesucht wird. Auch findet es Verwendung zu Schnitzarbeiten.

§ 15. Verwendung der Rinden. Die Rinden verschiedener unserer Holzarten, insbesondere der Eiche, sowie der Fichte, untergeordnet der Erle und Birke, dienen zur Herstellung des Leders aus tierischen Häuten. Als bestes gerbstofflieferndes Material wird zweifellos die Eichenrinde anerkannt; ihr gegenüber erscheinen die Rinden anderer Hölzer mehr oder weniger als Surrogate [25]).

25) Z. f. F. u. J. 1879. S. 1. Schütze, Untersuchungen über den Gerbstoffgehalt der Eichenrinde; das. 1882. S. 103. Councler, Untersuchungen über den Gerbstoffgehalt der Eichenrinde; das. 1884. S. 1. Ders., Gerbstoffgehalt einiger inländischer Rinden; das. S. 543. Ders., Ueber einige inländische und ausländische Gerbmaterialien und deren Gerbstoffgehalt.

In neuerer Zeit hat mehr und mehr eine Bestrebung Platz gegriffen, um die immerhin langwierige, große Kapitalien beanspruchende Lohgerberei durch das Verfahren der Metallgerbung mit Eisen (nach Knapp) oder Chrom (nach Heinzerling) zu ersetzen. — Nennenswerte Erfolge im großen sind damit noch nicht erzielt worden; die Haltbarkeit und Güte lohgaren Leders, insbesondere des Sohlenleders, scheint eine längere Einwirkung des Gerbstoffes auf die rohen Häute zu bedingen, als dies bei der Metallgerbung vorausgesetzt wird [26]). Auch ist auf der andern Seite eine Abkürzung des Lohgerbverfahrens durch die sog. Dampfgerberei nicht ausgeschlossen [27]).

Aus diesen Gründen dürfte der eigentlichen Lohe nach wie vor ein, zwar durch ausländische Konkurrenz, insbesondere von ungarischen Rinden und von Surrogaten (z. B. Valonea [d. h. die Fruchtbecher der Quercus aegilops und Qu. graeca], Knoppern [Gallen der Cynips calycis], Quebrachoholz) stellenweise gestörter, jedoch immerhin auf absehbare Zeit nicht in Frage stehender Absatz sicher sein, so daß die Produktion derselben in den deutschen Wäldern nach wie vor ihren berechtigten Platz einnehmen wird. Es steht fest, daß der Bedarf der deutschen Lederfabrikation an Gerbmaterial durch die inländische Rindenproduktion bei weitem nicht gedeckt wird, daß also ein Ersatz des Defizits durch Import und Surrogate durchaus nötig ist [28]).

Der Gerbstoff findet sich in der Bastschicht der Stämme; die Rinde von üppig erwachsenen jüngeren Eichenstämmen und Stockausschlägen aus den Eichenniederwaldungen (Lohschlägen), welche noch eine glatte Borke hat und deshalb Spiegel- oder Glanzrinde genannt wird, ist am wertvollsten. Die von älteren Eichenstämmen gewonnene Rinde hat einen höheren Prozentsatz von abgestorbener, harter Borke, welche einen für die Gerberei weniger geeigneten Zusatz zu der eigentlichen Lohe darstellt. Daß die jungen Zweige der Eiche, insbesondere der unverholzten Spitzen, einen bedeutenden Gehalt an Gerbstoff besitzen, darauf hat schon Th. Hartig in seiner Schrift (Ueber den Gerbstoff der Eiche, 1869) aufmerksam gemacht, neuerdings wird diese Erfahrung praktisch zur Gewinnung von Eichenloheextrakt verwertet. Auch aus Eichenastknüppeln gewinnt man Tannin [29]); eine in Slavonien gelegene Eichenholzextraktfabrik verarbeitet jährlich 80000 rm Abfallholz [30]).

Von den in Deutschland heimischen Eichenarten, der Stiel- und der Traubeneiche, gilt die letztere als diejenige, welche eine fleischigere, gerbstoffreichere Rinde gewährt. In Süd- und Westdeutschland überwiegt sie, im Norden und Osten ist die Stieleiche vorherrschend.

Wichtiger als die Gattung der Eiche ist für die Güte der Rinde der Standort, auf welchem das Holz erwächst, das Zusammenwirken von Boden, Lage und Klima.

Warmes Klima in Verbindung mit sonniger Lage und einem mineralisch nicht unkräftigen Boden sind die wesentlichsten Faktoren für Erzeugung guter Eichenlohe. Zu den bekanntesten Eichenschälwaldgebieten Deutschlands gehören die Rhein-, Mosel- und Nahelandschaften, sowie die Saargegend und der Odenwald, vielfach mit einem Untergrund von sich stark erwärmendem lockerem Schieferboden, im Odenwald jedoch von buntem Sandstein. Die rheinischen Rinden sind weltberühmt; mit ihnen rivalisieren französische und ungarische Rinden.

Die Betriebsform des Eichenniederwaldes liefert insofern die besten Rinden, als mit zunehmendem Alter der Bestände die Qualität der Rinde entschieden abnimmt. Man bezeichnet deshalb auch die niedrigen Umtriebe von 12—16 Jahren als die zweckmäßigsten für Eichenschälwald.

Infolge des Umstandes, daß für die gute Entwickelung der Lohrinde intensive Ein-

---

26) Z. f. F. u. J. 1883. S. 306. v. Alten, Die Mineralgerbung, ferner über denselben Gegenstand. A. F. u. J.Z. 1881. S. 213.
27) Z. f. F. u. J. 1881. S. 181. Der Dampfgerbereibetrieb von Ramann.
28) Bernhardt, Chronik des deutschen Forstwesens 1876 S. 11.
29) Obf. Karl in A. F. u. J.Z. 1885. S. 288.
30) Oe. F. 1885. N. 44.

wirkung des Lichtes von besonderem Wert ist, wird das Belassen von Oberholz im Eichenschälwald durchgehends perhorresziert, hingegen werden angemessene Durchforstungen, sowie der Aushieb der Weichhölzer einige Jahre vor dem beabsichtigten Abtrieb sehr empfohlen; überhaupt erscheint es geraten, Lohschläge womöglich in ganz reiner Eichenbestockung zu haben. Was den Einfluß der Durchforstungen anlangt, so gibt Gayer denselben dahin an, daß die Quantität an Holz um 27 %, an Rinde um 20 % erhöht werde; gleichzeitig bewirkt die freiere Stellung der Stockausschläge eine Zunahme der Rindenqualität. Die Unterlassung der Grasnutzung und des Weidebetriebs in Schälwaldungen sollen ebenfalls zur Erhöhung der Rindenqualität nicht unwesentlich beitragen.

Neben der Eichenrinde dient die Fichtenrinde als Gerbmaterial, besonders im Norden und Osten Deutschlands, sowie in den Ostseeprovinzen und in Polen. Selbst in Deutschland wird sie an Quantität die Eichenlohe übertreffen. Sie gewährt in der Gerberei gute Resultate bei der Zubereitung des Kalbs- und schwachen Rindleders; zur Herstellung starken Sohlenleders ist sie nur im Gemisch mit Eichenlohe oder Surrogaten verwendbar.

Man gewinnt die Fichtenrinde besonders in solchen Gebirgslagen, in welchen Sommerfällung üblich ist; junge Stämme mit glatter, wenig mit rauhen Schuppen versehener Rinde liefern das beste Material und zwar nicht wegen eines geringeren Gerbstoffgehaltes der starken Borke, sondern wegen eines in letzterer vorhandenen rötlichen Farbstoffes, welcher das Leder etwas dunkler machen soll. Auch die Fichtenrinde wird zu Extrakt verarbeitet, wodurch sie an Transportfähigkeit gewinnt; dieses Verfahren findet man in Ungarn[31]).

Lärchenrinde wird in Deutschland wohl kaum zur Gerberei benutzt, hingegen in Rußland, Ungarn, Oesterreich mit Vorliebe verwendet. In den Alpen und Karpathen soll sie sogar der Fichtenrinde vorgezogen werden. Es dürfte die Nichtbeachtung in Deutschland an ihrem verhältnismäßig seltenen Vorkommen liegen; nach Councler ist ihr Gerbstoffgehalt bedeutend höher als derjenige der Fichte. Nach diesem Autor ist auch die Weißtannenrinde nicht so arm an Gerbstoff als gewöhnlich angenommen wird. Ihrer Verwendung zur Lohebereitung dürfte der Umstand entgegenstehen, daß sie zu teuer kommen würde, indem sie auch als Brennstoff gesucht und gut bezahlt wird.

Weidenrinden sollen als Gerbematerial in Rußland namentlich zum Gerben des Juchtenleders geschätzt werden; in Deutschland, wo infolge der Verwendung geschälter Weiden zur Korbwarenfabrikation viel Weidenrinden zu gewinnen wären, ist dies nicht der Fall und es soll nach Councler auch kaum Aussicht vorhanden sein, daß Weidenrinden bei uns zum Gerben benutzt werden. Während das Gerbstoffprozent der Eichenrinde je nach Alter und Güte zwischen 8—12 Prozent beträgt, Fichtenrinde etwa 10 % Gerbstoff enthält, hat Weidenrinde nach Councler nicht mehr als 5 %. Neuerdings hat allerdings derselbe konstatiert, daß auch Rinden mit höherem Gerbstoffgehalt, bis 7% vorkommen[32]).

Auch Birkenrinde gelangt in nordischen Ländern in untergeordnetem Maße bei der Gerberei zur Anwendung. Bei Darstellung des Juchtenleders findet eine Tränkung desselben mit Birkenöl, einem Extrakt aus der obersten weißen Schichte der Birkenrinde statt.

II. Gewinnung des Holzes und der Rinden.

§ 16. Fällungsplan. In jedem größeren Forsthaushalt wird die Holznutzung in bestimmten Grenzen der Nachhaltigkeit betrieben. Die Normen für dieselbe liefert die Ertrags- und Betriebsregelung, welche Bestimmung darüber trifft, wo und wie viel alljährlich zu schlagen ist. Dem wirtschaftenden Beamten liegt die Aufgabe ob, vor Beginn

31) Councler, Fichtenloheextrakt. Z. f. F. u. J. 1883. S. 679.
32) Z. f. F. u. J. v. 1884. S. 551 und das. 1886. S. 296.

eines neuen Wirtschaftsjahres einen detaillierten Fällungsplan aufzustellen, welcher in der höheren Instanz geprüft und festgestellt wird, alsdann aber als Richtschnur für die Hiebsanordnungen des betreffenden Jahres zu dienen hat.

Der Fällungsplan muß vor allem Bedacht darauf nehmen, daß innerhalb der Grenzen der Nachhaltigkeit ein möglichst hoher Ertrag des Waldes, für welchen die Hauungen projektiert werden, angestrebt wird. Die Hauungen müssen so geleitet werden, daß der herrschenden Nachfrage soweit als thunlich entsprochen wird, sie müssen das in den Jahresschlägen und deren Ergebnissen bestehende Verkaufslager des Forstwirtes nach Möglichkeit assortieren; es empfiehlt sich daher, von jeder der innerhalb eines Revieres vorkommenden Bestandesformen in jedem Jahr eine angemessene Quote des Materialetats zu nutzen und nicht etwa in einem Jahr vorwiegend Hölzer von der einen, im anderen Hölzer von einer anderen Sorte zum Einschlag und zur Verwertung zu bringen, sofern nicht ausnahmsweise besondere Konjunkturen es wünschenswert machen, in der einen Holzart etwas weiter zu gehen als dies durchschnittlich zulässig ist, wie z. B. bei einer durch Bauten in der Nähe des Reviers bedingten größeren Nachfrage nach Bauholz, bei einer zufälligen Möglichkeit der Verwertung gewisser seltener Objekte, z. B. Schiffsbauhölzer und dergl.

Auch darauf ist zu sehen, daß Haupthauungen und Durchforstungen in nachhaltiger Weise neben einander betrieben und nicht die eine Hiebsart zu Gunsten der anderen in einem Jahre besonders bevorzugt werde. Jedoch sind auch hierbei Ausnahmen nicht nur zulässig, sondern unter Umständen geradezu geboten. So z. B. wird man die Erfahrung machen, daß Hopfenstangen in einzelnen Jahren ausgezeichnet gut zum Handel zu verwerten sind, in einer ganzen Reihe darauf folgender Jahre hingegen wiederum nicht. Offenbar ist es deshalb geboten, eine solche Konjunktur bestmöglich auszunutzen und eintretenden Falls dem Betrieb der Durchforstungen zur Gewinnung der Hopfenstangen selbst mit Zurückstellung von Haupthauungen eine entsprechend große Ausdehnung zu geben.

Einem feineren Detailbetrieb wird eine gewisse Vervielfältigung der Schlagorte zur Gewinnung von möglichst vielfacher Auswahl in den Schlagergebnissen und zur Vermehrung der Sortenausbeute in der Regel sehr zu statten kommen.

§ 17. **Fällungszeit.** Die allgemeine von Alters her in Geltung befindliche Regel geht dahin, daß die Holzfällungen möglichst außer der Wachstumszeit zu betreiben sind; diese Periode (am besten vom Laubabfall bis zum Wiederausbruch des Laubes bemessen) nennt man die **Wadelzeit** oder den **Wadel**. Innerhalb derselben, insbesondere vor dem Blattausbruch, sind namentlich die Hauungen im Laubholz zu betreiben.

Von größter Wichtigkeit ist dies in Buchenbeständen, deren Verwertung als Nutzholz beabsichtigt ist. Die unangenehmste Eigenschaft des Buchennutzholzes ist die, daß es so leicht reißt und stockig wird; das einzige Mittel hiergegen ist, das Holz sehr früh im Winter zu fällen und dann so zeitig wie möglich im rohen zu verarbeiten [33]).

Was den Einfluß der Fällungszeit auf die anderen Hölzer, namentlich Nadelhölzer anlangt, so nimmt man vielfach an, daß im Sommer gefälltes Holz der Verbreitung des Hausschwammes günstiger sei als das im Winter gefällte. Ein in dieser Hinsicht von Professor Poleck [34]) gemachter Versuch hat als Resultat gehabt, daß es gelang, im April gefälltes Kiefernholz, was irrtümlicher Weise als Sommerholz angesehen wurde, zu infizieren, während Winterholz widerstand. Prof. Dr. Robert Hartig hat in seiner Schrift „der

33) Am besten soll Buchenholz vor dem Reißen zu schützen sein, wenn man die Stämme im Winter fällt, aber mit dem Reißig bis zum Ausbruch des Laubes liegen läßt, wobei die Schnittfläche des Stammes zu bedecken, längs derselben die Rinde streifenweise zu entfernen ist (**Bialla** in Oe. F. 1885. S. 2).

34) **Göppert**, Prof., Der Hausschwamm, herausgegeben und vermehrt von Prof. Dr. **Poleck** 1885.

Hausschwamm" (1885) auf die unsichere Grundlage der Poleck'schen Beweisführung aufmerksam gemacht.

Die in Hinsicht auf die verschiedene Dauer der zu verschiedenen Jahreszeiten gefällten Hölzer angestellten Untersuchungen sind noch nicht endgültig abgeschlossen und haben noch keine über alle Zweifel erhabenen Resultate zu Tage gefördert; nach Professor Bauschinger in München haben Fichten und Kiefern, welche im Winter gefällt wurden, 2—3 Monate nach ihrer Fällung geprüft, unter sonst gleichen Umständen eine um ca. 25 % größere Festigkeit und Elastizität ergeben, als solche, welche im Sommer geschlagen waren.

Ausnahmen von der Regel der Winterfällung sind unter gewissen Umständen zuläſsig. Im rauhen Gebirge, in welchem hoher Schneefall die Holzhauerei innerhalb der eigentlichen Wintermonate geradezu unmöglich machen würde, kann die Holzhauerei erst mit dem beginnenden Frühjahr eingeleitet werden und dauert in der Regel bis spät in den Sommer hinein. Sie hat es in der Hauptsache mit der Fällung der Nadelhölzer zu thun, und es ist Sommerfällung hier von Vorteil, insofern durch dieselbe die Möglichkeit des Schälens der Nadelhölzer gegeben ist, welches letztere sowohl mit Rücksicht auf die Verwertung der Rinden, als auch wegen des Austrocknens der Hölzer behufs des erleichterten Transportes derselben, insbesondere bei bestehender Flößerei (Trift), endlich auch wegen Abwehr des Nutzholzbohrkäfers (Bostrichus lineatus) und des Borkenkäfers (Bostrichus typographus) hier unerläßlich ist.

Im Ausschlagwald ist die Periode strengster Winterkälte zur Ausführung der Hauungen unzweckmäßig, weil die Stöcke unter der Einwirkung des Frostes leicht eingehen. Es empfiehlt sich also der Nachwinter als zweckmäßigste Hiebszeit; in Lohschlägen findet die Frühlingsfällung ausschließliche Anwendung, da die Gewinnung der Lohe an die Periode des Knospen- und Laubausbruches gebunden ist [35]). Nach neueren Erfahrungen empfiehlt es sich hier jedoch ganz besonders, mit dem Hieb der Stockausschläge und mit dem Schälen derselben nicht länger als unumgänglich nötig zu warten, da ein Rückgang des Gewichtes der Lohe mit dem Fortschreiten der Jahreszeit verbunden zu sein scheint [36]). Auch für Durchforstungen in Laubholzbeständen ist der Vorsommer zweckmäßig, weil die bei dichtem Stand schlank erwachsenen Stangen, wenn dieselben im blattlosen Zustand freigestellt werden, dem Schneebruch des Winters leichter unterliegen, als wenn dieselben, während der Vegetationsperiode durchforstet, Zeit gehabt haben, noch etwas fortzuwachsen und hierbei zu erstarken.

Lichtende Aushiebe in natürlichen Verjüngungen wird man hingegen thunlichst im Winter bei Schnee vornehmen, um dem Nachwuchs durch den Fällungsbetrieb und den Holztransport möglichst wenig Schaden zuzufügen.

Von besonderer Bedeutung ist die frühzeitige Anlage der Hauungen zur Gewinnung der Nutzhölzer. Die Erfahrung lehrt, daß in der Regel bei zeitigem Verkauf die besten Resultate erzielt werden. Namentlich gilt dies für Laubnutzholz und hier besonders für Eisenbahnschwellen, sowie für Grubenholz, desgleichen für Hopfenstangen. Es ist eine gewöhnliche Erscheinung, daß die Holzkäufer Gewicht darauf legen, frühzeitig den Jahresbedarf zu decken, so daß, um in dieser Hinsicht sicher zu gehen, bei den ersten Ankäufen, welche sie abschließen, immer höhere Preise von ihnen angelegt zu werden pflegen, als später.

Holzhändler, welche Schwellen und andere Hölzer façonnieren lassen, haben namentlich auch mit Rücksicht auf die ihnen während der Wintermonate leichter zur Verfügung stehenden Arbeitermannschaften, sowie auf deren kontinuierliche Beschäftigung auf zeitigen Einkauf besonders Bedacht zu nehmen.

35) Es ist zwar das Verfahren des Lohschälens unter Anwendung von Dampf, welches unabhängig von dem Knospenausbruch zu jeder Jahreszeit vorgenommen werden kann, von Le Maître empfohlen worden; es hat sich dasselbe jedoch nicht eingebürgert.

36) von Eschwege in Z. f. F. u. J. 1886. S. 283.

In vielen Gegenden, in welchen die Holzhauerei nicht das ganze Jahr hindurch betrieben wird, bildet sie eine gerne benutzte Arbeitsgelegenheit für Arbeiter, die während des Sommers in der Landwirtschaft, beim Baugewerbe oder sonstwie beschäftigt sind, sodaß die Rücksicht auf rechtzeitige Beschäftigung einer solchen Klasse von Holzhauern dazu auffordert, zeitig im Herbst mit dem Holzhauereibetrieb zu beginnen. Zu erwähnen ist noch, daß beim Winterfällungsbetrieb dann, wenn das Holz fest gefroren ist, die Arbeit eingestellt werden muß, da sonst die fallenden Hölzer leichter zersplittern und bei vorhandenem Nachwuchs auch dieser mehr beschädigt wird als bei gelinderer Witterung.

§ 18. **Art des Holzhauereibetriebs und Anweisung der Holzhauer.** In den meisten größeren deutschen Forsthaushalten pflegt man es für unzulässig zu erachten, die Holzernte auf dem Stock zu verkaufen und dem Empfänger die Nutzung zu überlassen, sondern man huldigt dem Grundsatz, die Fällung und Aufarbeitung des Holzes und der Rinde auf Rechnung des Waldeigentümers zu betreiben. In der That ist auch im allgemeinen der Verkauf von auf dem Stock stehenden Hölzern — ein Verfahren, welches in Frankreich noch allgemein herrschend ist, früher auch in Elsaß-Lothringen üblich war, aber nach der Eroberung dieser Länder von der deutschen Verwaltung alsbald abgeschafft wurde — für eine gute Kontrolle der geschätzten Holzmassen ungeeignet; auch begibt man sich dabei der Möglichkeit einer Disposition über die im Wald thätigen Arbeitermannschaften, sodaß die Möglichkeit des Begehens von Unterschleifen seitens derselben keineswegs ausgeschlossen ist; ferner geht man des Vorteils verlustig, den eine gut geschulte Holzhauermannschaft, welche durch ihre Verwendung im Dienste des Waldbesitzers zu Anhänglichkeit an den Wald erzogen wird, dem letzteren in vielen Fällen bietet.

Zulässig dürfte das Verfahren der Holzfällung und Aufarbeitung durch den Empfänger oder auf dessen Rechnung bei Ausläuterungs- oder geringem Durchforstungsmaterial sein, sowie bei Stock- und Wurzelholz oder bei schwächerem Ausschlagholz, welches keinen großen Wert repräsentiert und bei dessen Fällung nicht gerade große Mißgriffe zu befürchten sind.

Wenn man an manchen Orten durch die Gestattung der Selbstgewinnung verkaufter Hölzer durch den Käufer, z. B. auch beim Verkauf von Bauholz im Stehen, bessere Geschäfte zu machen glaubt, als bei Aufarbeitung desselben auf Rechnung der Forstkasse, so kann dies nur dann der Fall sein, wenn der Holzkäufer seine eigene Arbeit nur sehr gering veranschlagt, wie dies bei ländlicher Bevölkerung während der verdienstlosen Zeit des Winters bisweilen der Fall sein mag. Im übrigen mögen mancherlei Täuschungen unterlaufen [37]). Der Grund, daß der Holzkäufer, insbesondere wenn es sich um wertvolle Nutzholzstämme handelt, eine vorteilhaftere Ausnutzung derselben herbeiführen werde, wie die Forstverwaltung, kann nur dann zutreffen, wenn die Routine des Forstpersonals eine ungenügende ist und insbesondere im Betreff des Ablängens der Nutzhölzer verkehrte Dispositionen getroffen werden. In solchen Fällen würde immer noch der Ausweg bestehen, daß zwar der Verkauf des Holzes auf dem Stock vor der Fällung erfolgt, aber nur nach Einheitspreisen, wohingegen die Fällung, sowie die Ablängung der Nutzhölzer auf Rechnung des Waldeigentümers durch dessen Holzhauermannschaft, aber nach den Angaben des Holzkäufers stattfinden mag [38]).

Zweckmäßig kann die Aufbereitung der Lohe durch den Käufer in Ausnahmsfällen gestattet werden, da hier eine rasche Abwicklung des Geschäftes nötig ist und der Käufer öfters die dazu erforderliche größere Mannschaft leichter zu beschaffen vermag, als dies der Forstverwaltung möglich ist. Hier ist auch die Gefahr einer Beschädigung stehender Hölzer oder die Möglichkeit der Entwendung nicht verkauften Holzes weniger vorhanden.

37) Vergl. Borggreve in Forstl. Bl. 1884. S. 321.
38) Vergl. Renne, Verwertung der Holzernte. Z. f. F. u. J. 1883. S. 549.

Es kommt an manchen Orten vor, daß gewisse Servitutbelastungen Abweichungen von der Regel der Aufarbeitung der Forstprodukte auf Rechnung und nach den Verfügungen des Waldeigentümers und der Forstverwaltungsorgane desselben bedingen, indem es dem Berechtigten bisweilen zusteht, daß er das ihm gebührende Holzquantum selbst fällen und aufarbeiten darf. Solche Zustände erheischen dringend Remedur auf dem Wege der Gesetzgebung, damit der Waldbesitzer in seinem Eigentum auch wirklicher Herr mit unbeschränkter Disposition sei.

Die nächste Sorge zur geordneten Ausführung der Holzhauerarbeiten im Wege der Selbstgewinnung bildet das Bestreben, eine ständige, gut geschulte Arbeitermannschaft zu erlangen und zu erhalten. Die hierbei den Forstverwaltungsorganen obliegende Fürsorge und Thätigkeit schlägt in das Gebiet der Forstverwaltungslehre ein und wird in demjenigen Teil des Handbuchs besprochen werden, welcher dieser Disziplin gewidmet ist, weshalb wir hier nicht näher auf dieses Gebiet eingehen. (Vergl. II. Bd. XIII.)

Der örtlichen Anweisung der Holzhauer hat die Verdingung der denselben zu übertragenden Arbeiten vorauszugehen. Es verdient in den meisten Fällen den Vorzug, die Arbeiten nicht etwa im Taglohn ausführen zu lassen, sondern in Akkord zu geben, da eine genügende Kontrolle guter und vorschriftsmäßiger Arbeit mit Sicherheit und Leichtigkeit wahrgenommen werden kann, mithin seitens des Arbeitgebers kein Bedenken obwaltet, diejenige Art des Arbeitsvertrages zu wählen, bei welcher der Arbeiter am meisten angespornt wird, seine Kräfte zu entfalten, um in Gestalt möglichst hohen Arbeitsverdienstes ein Korrelat für den von ihm zu bethätigenden Eifer zu finden.

Es empfiehlt sich hierbei in der Regel, die Holzhauerarbeiten nicht im Wege des öffentlichen Ausgebotes an den Mindestnehmenden zu verdingen, sondern aus freier Hand an ständige Holzhauer, die man zum Behuf einer geordneten Ausführung der ihnen zu übertragenden Arbeiten an eine generelle Instruktion bindet, zu verakkordieren.

Es ist zweckmäßig, über diese Akkorde kurz gefaßte Protokolle aufzunehmen, in welchen man namentlich das Zugeständnis, daß die Arbeiter sich verpflichten, nach Maßgabe der Instruktion, die ihnen vorzulesen ist, zu arbeiten, durch Namensunterschrift derselben bekräftigen läßt; hierbei haben sich dieselben zur Duldung von Abzügen von dem verdienten Arbeitslohn bei Zuwiderhandlung gegen die Instruktion zu verpflichten. Ebenso empfiehlt es sich, für die Arbeiten im einzelnen die etwa erforderlichen Bestimmungen zu treffen, soweit dieselben in der allgemeinen Instruktion nicht enthalten sind.

Ebenso werden in diesem Protokoll die für das Wirtschaftsjahr giltigen Löhne festgestellt und von den Holzhauern durch Namensunterschrift anerkannt.

Die Arbeiten der Holzhauer werden denselben nach Abschluß der Akkorde nun örtlich angewiesen; eine zweckmäßige Anlegung der Holzhauer kommt besonders da in Betracht, wo man größere Mannschaften in einer Ortsabteilung beschäftigt. Hier handelt es sich namentlich darum, die ganze Fläche, innerhalb deren der Hieb sich bewegt, in gewisse parallele Streifen einzuteilen und unter die einzelnen Rotten zu verloosen, damit keine derselben die andere in der Arbeit hindert; im gebirgigen Terrain läßt man die Scheidelinien möglichst bergab laufen; auch kann die Rücksicht in Betracht kommen, daß alle Loose auf Wege oder Schneißen stoßen, an welche das gefällte Holz angerückt wird.

Die Anweisung der zum Fällen bestimmten Hölzer erfolgt bei Kahlschlägen durch Anplätten der Grenzlinien, auch wohl Anschlagen des Waldhammers an eine Anzahl der an der Innenseite der Grenze stehenden und nicht zum Hieb bestimmten Stämme.

Bei Betrieb natürlicher Verjüngung wird die Holzanweisung in der Art vorgenommen, daß der Waldhammer an die zur Fällung bestimmten Stämme angeschlagen wird, damit auch nach der Fällung noch konstatiert werden kann, daß die Stämme wirklich angewiesen

waren. Es ist deßhalb das Anschlagen des Hammers am Stocke und am Stamme selbst erforderlich.

Werden nur einzelne Stämme übergehalten, so kann es auch vorteilhaft sein, nur diese auf eine kenntliche und von den Holzhauern nicht leicht nachzuahmende Weise zu bezeichnen.

Die beste Zeit zur Vornahme der Hiebsauszeichnungen ist der Herbst und Vorwinter; insbesondere sollen dieselben in Laubwaldungen so zeitig vorgenommen werden, daß man den Zustand der Wüchse beurteilen und genau erkennen kann, in welchem Grade Kümmerungszustände derselben vorhanden sind, die eine größere Lichtstellung erheischen; erfolgt die Auszeichnung später, insbesondere nach schon eingetretenem Schneefall, so entscheidet der Zustand der Bekronung der Altholzstämme, indem in der Regel zunächst die Hinwegnahme der breitkronigen, dichtbeasteten Stämme angezeigt erscheint.

Man durchgeht bei diesem Auszeichnen der zu fällenden Stämme unter Zuziehung der Forstschutzbeamten, des Oberholzhauers und einiger flinken Holzhauer die ganze zum Schlag bestimmte Abteilung in parallelen Streifen, an Berghängen von unten nach oben, so daß man stets nach derjenigen Seite des Bestandes das Auge gerichtet hat, in welcher die Auszeichnung bereits erfolgt ist. Jeder angewiesene Stamm wird auf derjenigen Seite, die dem das Geschäft ausführenden Beamten zugekehrt ist, mit einer Platte versehen, welche beim Begehen des nächsten parallelen Streifens in's Auge fällt, sodaß auch auf weitere Strecken hin erkannt wird, welche Stämme gezeichnet sind. Man pflegt wohl auch die Stämme zu nummerieren, sogar ihre Durchmesser zu notieren, um einen Anhalt darüber zu gewinnen, wie viel Holzmasse angewiesen ist.

Besonders wichtig ist die Auszeichnung des zu hauenden Oberholzes im Mittelwald. Hier hat zunächst die Abgrenzung der Schlagfläche und hierauf folgend der Abtrieb des Unterholzes zu geschehen, wobei eine besondere Sorgfalt auf die Erhaltung genügender Laßreidel aus dem Unterholz zu verwenden ist. Es empfiehlt sich hierbei, die Weisung zu geben, daß alle Kernlohden, sowie von jedem Stock derjenigen Holzarten, die im Oberholz begünstigt werden sollen, die beste Ausschlaglohde stehen gelassen wird [39]).

Bei der nach beendigtem Abtrieb des Unterholzes erfolgenden Auszeichnung des Oberholzes, welche der Administrator nie aus der Hand geben sollte, wird alsdann gleichzeitig Bestimmung darüber getroffen, welche von den etwa zu viel übergehaltenen Laßreideln noch nachträglich entfernt werden sollen.

Die Anweisung der Durchforstungen kann dem Schutzpersonal überlassen werden, wenn unter Anleitung des verwaltenden Forstbeamten zunächst eine hinlänglich große Fläche als Probestück ausgezeichnet worden ist; bei den neuerdings in Vorschlag gebrachten Plenterdurchforstungen wird jedoch die Auszeichnung durch den Forstverwalter eine unerläßliche Voraussetzung für sachgemäße Ausführung sein.

In der zeitlichen Aufeinanderfolge der Hauungen muß eine zweckmäßige Ordnung obwalten, indem die bringlichsten Arbeiten vorangestellt werden und die weniger nötigen zuletzt folgen. Hierüber allgemeine Regeln zu geben, ist kaum möglich, da die lokalen Verhältnisse und örtlichen Besonderheiten wesentlich von Einfluß auf die zweckmäßigste Reihenfolge der Arbeiten sind. Zu den dringendsten Arbeiten würden die Aufarbeitungen von Wind- und Schneebruchhölzern, von dürren Stämmen, ferner die Lichtungen zur Freistellung besonders bedürftigen Aufschlages bei Betrieb natürlicher Verjüngung zu rechnen sein.

§ 19. Fällungsbetrieb. Das Fällen der Bäume erfolgt entweder durch Rodung des stehenden Holzes oder durch Abschneiden der Stämme mittelst der Säge oder endlich durch Abhauen derselben mit der Axt.

---

39) s. Borggreve, Die Schlagauszeichnung in F. Bl. 1886. S. 182.

Die Rodung des stehenden Holzes, auch Baumrodung (im Gegensatz zur Stockrodung) genannt[40]), ist unter allen Fällungsarten die zweckmäßigste, insofern man hierbei den beim Abschneiden der Stämme in das Stockholz fallenden unteren Teil des Stammes, insbesondere bei stärkeren Bäumen zu erheblich besserem Preis verwerten wird. Dieser finanzielle Vorteil wurde für sächsische Verhältnisse von Professor Neumeister in Tharand auf 3% ermittelt. Hierzu kommt, daß durch das Belassen einer Wurzel dem ausgerodeten unteren Stammstück öfters eine Form gegeben werden kann, welche für die Verwendbarkeit desselben z. B. als Schiffsknie, Schlittenkufe &c. von besonderem Wert ist. Der ausgerodete Stock eines starken Stammes eignet sich nach Abschnitt des Stammendes besonders zur Verwendung als Ambos oder Hackklotz. Beim Auszug einzelner Stämme aus schon mit Aufwuchs versehenen Schlägen ist diese Methode jedoch nicht anwendbar, weil durch das Ausgraben zu viele Pflanzen beschädigt werden würden; auch im Mittelwald findet sie nur eine beschränkte Anwendung bei eingesprengten Nadelholzstämmen oder solchen Laubhölzern, bei denen das Ausbleiben des Ausschlages von vornherein mit Sicherheit erwartet werden darf.

Ob auch die sorgfältigste Gewinnung des Stockholzes durch die Baumrodung möglich ist, wie behauptet wird, erscheint zweifelhaft, ist übrigens insofern an vielen Orten von untergeordneter Bedeutung, als die Nachfrage nach Brennholz infolge der steigenden Konkurrenz der fossilen Kohle mehr und mehr abnimmt.

Daß bei Baumrodung die sorgfältigste Ausnutzung des Stock- und Wurzelholzes nicht eintrete, wird aus Sachsen berichtet, wo man die Erfahrung gemacht zu haben glaubt, daß die Ausgrabung und Benutzung der schwächeren Wurzeln hierbei nicht mit derjenigen Genauigkeit und Sorgfalt betrieben wird, als dies bei Rodung der Stöcke nach vorherigem Abschnitt der Stämme zu geschehen pflegt; bei Baumrodung ist die Gewinnung des Stockholzes mehr Mittel zum Zweck und die Aufarbeitung des Stammholzes die Hauptsache; eigentliche Stockrodung hingegen fällt öfters in eine Zeit, in der es an anderer Beschäftigung fehlt und jeder mehr erlangte Raummeter ein Gewinn für den Arbeiter ist. Dieser mangelhafteren Rodung schwacher Wurzeln in Fichtenbeständen wird eine größere Gefahr für Rüsselkäfervermehrung beigemessen und in dieser Erwägung zur Vorbeugung gegen die Gefahr des Rüsselkäfers von der Anwendung der Baumrodung abgeraten[41]).

Als letzten Vorteil des Baumrodens macht man geltend, daß die Stämme nicht so rasch niederstürzen, daher auch nicht so hart auffallen, als über dem Boden abgehauene oder abgesägte und zwar deshalb, weil von dem gerodeten Stamm ein Teil der Herz- und Pfahlwurzeln langsam aus dem Boden herausgezogen wird. Deshalb sollen auch umgegrabene Nutzholzstämme nicht so leicht zersplittern und es soll der Nachwuchs in Licht- oder Abtriebsschlägen weniger beschädigt werden als bei anderen Baumfällungsarten.

Bei Anwendung der Baumrodung wird der zu fällende Stamm zunächst von allen Seiten angerodet, indem die Tagewurzeln bloßgelegt, vom Stamm und zwar dicht am Stocke abgehauen oder abgesägt und bis zu der noch nutzbaren Stärke vom Stamm auswärts ausgegraben werden. Hierauf werden die Herz- und Pfahlwurzeln, welche den Umsturz des Baumes noch hindern, abgehauen, worauf der Stamm zum Fallen gebracht wird.

Bei flachwurzelnden Hölzern gelingt dieses durch einfaches Andrücken der Holzhauer; wirksamer ist die Anwendung der sog. Zugstange, einer leichten Stange von zähem Holz, die an ihrem oberen Ende einen Haken, entweder in Gestalt einer natürlichen Krümme, oder einen an ihr besonders befestigten hölzernen oder eisernen Haken trägt, mit welchem die Stange möglichst hoch über dem Boden an einem Ast des noch stehenden Stammes

40) K. Heyer, Die Vorteile und das Verfahren beim Baumroden. 1827. Ders., Ueber denselben Gegenstand A. F. u. J.Z. 1856. S 122.
41) v. Oppen in Z. f. F. u. J. 1885 S. 148.

eingehängt und dieser mittelst der Stange nach und nach umgezogen wird. Die Holzhauer, welche zu diesem Behuf an der Stange hin und her ziehen, bringen den Stamm in eine wippende, schaukelnde Bewegung; hierbei wird das Hin- und Herschwanken desselben zum weiteren Unterhöhlen des Stockes und zum Durchhieb noch haftender Wurzeln benutzt und dadurch der Stamm um so leichter zu Fall gebracht.

Diese Stange ist nur bei niedrig beasteten, insbesondere auch schwächeren Stämmen zu verwenden; bei höheren Bäumen findet der sog. Seilhaken Anwendung, d. h. ein eiserner mit einem Oehr und einem daran befindlichen Ring versehener Haken, bei dessen Gebrauch an dem Ring ein Seil von 20—30 Meter Länge befestigt wird. Der Haken wird in angemessener Höhe des Baumes entweder mit Hilfe einer Stange oder nach Besteigen desselben an einen stärkeren, auf derjenigen Seite desselben, wohin er fallen soll, befindlichen Ast eingehängt, hierauf der Stamm selbst von den Arbeitern umgezogen.

Das Fallen des Baumes wird durch Anwendung eines Hebebaumes erleichtert, welchen man mit einem Ende möglichst tief unter den bereits angerodeten Stock einschiebt, während das hintere Ende, nachdem in möglichster Nähe des vorderen der Hebel gehörig unterstützt worden ist, ruckweise zu Boden gedrückt wird. Diesen Hebel kann man auch zweckmäßig durch eine untergeschobene Wagenwinde heben.

Zur Erleichterung der Arbeiter sind weiter noch verschiedene Maschinen erfunden worden, von denen wir folgende erwähnen:

Die Nassauische Baumrodemaschine[42]) besteht aus einem mit Kerben versehenen 1,75 m langen, 0,30 m breiten, 0,12 m dicken Buchenbrett, dem sog. Zwickbrett, auf welchem eine oben und unten mit Eisen beschlagene Fichtenstange (5—6 m l., 12 cm D.), die sog. Drückstange, welche mit einer eisernen Spitze in den umzurodenden Stamm eingreift, während das andere Ende in die Kerben des Zwickbretts gestellt wird, mittelst eiserner Hebelstangen (Brecheisen) aus einer Kerbe in die andere vorwärts gehoben wird, um den vorher umrodeten und von seinen Wurzeln befreiten Stamm umzudrücken. Die Hebestangen werden unter einem runden eisernen Nagel, der im unteren Ende der Drückstange durchgesteckt ist, hindurch geschoben und finden an diesem Nagel ihre Unterstützungspunkte. Zur Erläuterung diene umstehende Figur 1.

Die Leistung der Maschine ist am größten, wenn die Entfernung vom Stammende bis zu der Höhe des Stammes, wo das eine Ende der Drückstange eingreift, so groß ist als die Entfernung vom Stammende bis zum unteren Ende der Drückstange.

Eine in der Schweiz erfundene Rodemaschine ist der Waldteufel, auch Reutelzeug genannt. Er besteht aus einem starken Hebel, der seinen Stütz- und Drehpunkt an dem einen Ende einer starken Kette hat, die um einen hinreichend starken stehenden Baum oder Stock geschlungen ist. Beiderseits von dem Unterstützungspunkt sind zwei kurze Hebelketten mit Endhaken befestigt. Eine weitere Kette wird mit einem längeren, um den auszurodenden Stamm geschlungenen Tau verbunden, die eine Hebelkette in dieselbe straff eingehangen, der Hebel angezogen und dadurch die zweite Hebelkette soweit dem umzurodenden Baum genähert, daß ein Kettenglied weiter eingehakt werden kann. Durch das Hin- und Herbewegen des Hebels wird bald die eine, bald die andere der Hebelketten vorgeschoben und weiter gehakt. Durch fortgesetzte Wiederholung wird die am Baum befestigte Kette nebst dem Tau immer straffer angezogen, so daß der Baum endlich zu Fall kommt. Diese Operation wird durch die nachstehende Zeichnung Figur 2 verdeutlicht.

Außer dem Waldteufel sind noch mehrere Maschinen konstruiert worden, namentlich in Amerika; in Deutschland ist die Schuster'sche Rodemaschine bekannt geworden, ohne daß ihre Einführung in die Praxis gelungen wäre. Mit Rücksicht hierauf verzichten wir

---

42) A. F. u. J.Z. 1858. S. 46 (Wohmann). 1864 S. 369 und 1870 S. 219 (Draudt).

auf eine nähere Schilderung derselben, ebenso wie auf eine Darstellung weiterer Maschinen.

Unter allen Maschinen dürfte die Nassauische die meiste Beachtung verdienen,

Fig. 1.



insbesondere in der von Draudt angegebenen leichteren Form, welche unserer Beschreibung zu Grunde liegt. Hierbei resultiert ein Gewicht von nur wenig über 100 Kilo und ein Anschaffungspreis von etwa 17 M., so daß die Holzhauer sich unschwer in den Besitz der nunmehr leicht transportablen und bequem zu handhabenden Maschine setzen können. Mit ihrer Verwendung ist noch der Vorzug verbunden, daß die umzurodenden Stämme nicht nach den Arbeitern zu, sondern von ihnen hinwegwärts fallen, während die Holzhauer bei anderen Maschinen in der Fallrichtung stehen, mithin sowohl selbst als auch ihre Werkzeuge nie frei von Gefährdung sind.

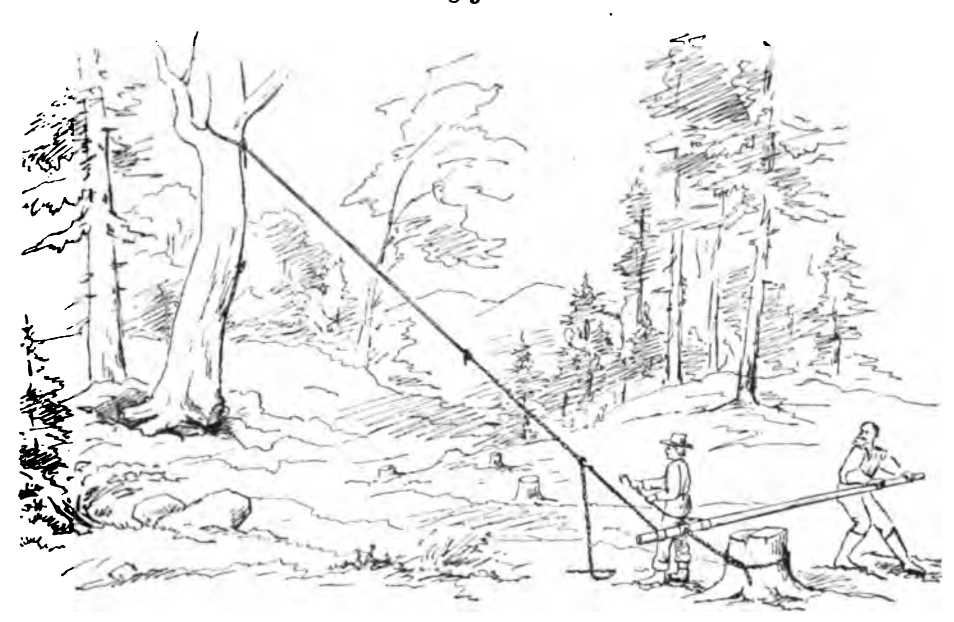
Weiter bedarf man bei Anwendung der Nassauischen Maschine keines Stützpunktes mittelst anderer Stämme oder Stöcke, gebraucht weiter keinen größeren freien Raum zu ihrer Aufstellung und Handhabung und hat es endlich in der Hand, den Stamm mit verhältnismäßig größerer Sicherheit nach der von vorne herein beabsichtigten Richtung zu werfen, als dies beim Zughaken oder dem Zugseil möglich ist.

Diese Maschine, ursprünglich in Nassau angewandt, hat sich auch im Großherzogtum Hessen vielfach eingebürgert und kann zur Einführung in anderen Ländern aufs lebhafteste empfohlen werden.

Außer der Baumrodung kommt noch die Fällung mit Axt und Säge in Betracht. Das Umschroten der Bäume, ausschließlich mit der Axt, findet nur noch bei Stangenhölzern Anwendung, bei denen man öfters keine glatte Abschnittfläche wünscht, vielmehr Gewicht darauf legt, daß das Stammende schon etwas zugespitzt sei (z. B. bei Hopfenstangen, Bohnenstangen, Zaunpfählen); bei stärkerem Holz ist mit dieser Methode ein so beträchtlicher Verlust an Holzmasse, der gerade am unteren wertvollsten Teil des Stammes

doppelt in's Gewicht fällt, verbunden, daß man in wohlgeordneten Forsthaushalten von derselben keinen Gebrauch mehr macht. Die rascheste Arbeit und geringste Holzverschwen-

Fig. 2.



dung ist mit Anwendung der Säge verbunden. Entgegengesetzt derjenigen Seite des Stammes, nach welcher derselbe zu Fall gebracht werden soll, wird die Säge eingesetzt und der Schnitt durch eingetriebene Keile erweitert, so daß der Spalt hinlänglich weit bleibt, um der Säge Spielraum zu gewähren. Auf der gegenüberstehenden Seite wird mit der Axt eine Kerbe vorgehauen (Fallkerbe); durch fortgesetztes Sägen und gleichzeitiges Antreiben der Keile wird der Stamm zum Umstürzen gebracht.

Die Art und Konstruktion der anzuwendenden Sägen ist bei diesem Verfahren von wesentlichem Einfluß. Man verfertigt dieselben in neuerer Zeit vorzüglich aus Gußstahl; sie sind in der Linie, durch welche die einzelnen Zähne verbunden werden, etwas gekrümmt (Bogensägen). Die Zähne bilden in der Regel Dreiecke, bei älteren Konstruktionen findet man auch die Form eines M. Während die theoretischen Betrachtungen über das richtige Maß dieser Krümmung bisher noch nicht zu einem Abschluß gekommen waren, gelangten neuerdings aus Amerika Sägen nach Deutschland, welche eine sehr geringe Krümmung zeigen und sich in Hinsicht auf die Form der Zähne von den gebräuchlichen deutschen Konstruktionen wesentlich dadurch unterscheiden, daß eine Mehrzahl von Spitzen (3—4) zu einem System vereinigt ist, so daß anstatt der einzelnen Dreieckszähne deren mehrere

Fig. 3.

Nonpareil-Schrotsäge

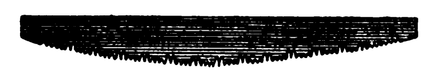


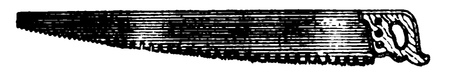
Fig. 4.

Great-Americansäge mit Patent-Heft



Fig. 5.

1 Mann Handsäge in Länge von 90 cm.



zusammengefaßt sind. Auf jede solche Zahngruppe folgt wieder ein einzelner spitzer kürzerer Dreieckszahn (Raumzahn), wie bei der sog. „Nonpareil-Schrotsäge“ und zu beiden Seiten der Raumzähne sind Vertiefungen, die das Sägemehl aufnehmen und der Säge einen freieren Gang ermöglichen, oder es folgt auf jede Gruppe von Dreieckszähnen statt des Raumzahnes ein Hohlraum wie bei der „Great-Americansäge“ (vergl. die Figuren 3 und 4). Diese amerikanischen Sägen, zu beziehen von Eugen Blasberg u. Comp. in Remscheid [43]) bewähren sich in hartem Holz vorzüglich; in weichem Holz scheint ihnen die Bogensäge überlegen zu sein; übrigens leistet die Nonpareil-Säge anscheinend mehr als Great-American. Sehr praktisch ist bei beiden die Anheftung der Patentgriffe (s. Fig. 4).

Bei allen Sägen kommt es darauf an, daß durch eine entsprechende seitliche Ausbiegung der Zähne dem Schnitt eine solche Weite gegeben wird, daß das Sägeblatt, ohne sich zu klemmen, fortwährend leicht von den beiderseits die Säge handhabenden Arbeitern hin und her gezogen werden kann. Dieses Ausbiegen der Zähne, das sog. Schränken, wird mit einer einfachen Vorrichtung, dem Schränkeisen vorgenommen; auch kann man den sog. Barth'schen Schränkschlüssel gebrauchen und neuerdings wird dazu eine von der Firma Eugen Blasberg u. Comp. in Remscheid erfundene Schränkzange empfohlen. Dieselbe ist durch eine Schraube verstellbar, vermittelst deren die Zange sowohl zum feineren als auch zum gröberen Stellen der Zähne eingerichtet werden kann. Vermittelst dieser Schraube erfolgt das Heben bei allen Zähnen vollständig gleichmäßig. Das Schränken muß bei Nadelholz größer sein, als bei Laubholz. Statt des Schränkens wendet man auch, insbesondere in Amerika, das sog. Stauchen der Zähne an, darin bestehend, daß durch einen Schlag die Spitze des Sägezahnes etwas aufgetrieben wird, so daß die Stärke des Blattes dadurch geringer ist als die Stärke der Sägezahnspitzen, wodurch ebenfalls dem hin- und hergezogenen Blatt ein größerer Spielraum gewährt wird. Diese soeben beschriebenen Sägen werden nicht nur beim Fällen der Stämme, sondern auch beim Zerschneiden derselben in die dem beabsichtigten Zwecke entsprechenden Längen gebraucht. Für die Zerkleinerung schwächerer Hölzer hat man sowohl die gewöhnlichen in Deutschland allgemein bekannten Handsägen im Gebrauch, als auch neuerdings eine ebenfalls aus Amerika importierte Art, die sich am besten als ein vergrößerter Fuchsschwanz, wie ihn die Schreiner zu führen pflegen, beschreiben läßt, und in Fig. 5 abgebildet ist. Die Zahnstellung ist hier derjenigen der oben beschriebenen amerikanischen größeren Sägen entsprechend. Auch diese Konstruktion bewährt sich vorzüglich. Die Sägen werden nur von einem Mann geführt, während die Bogensägen zu ihrer Handhabung zwei Arbeiter erfordern.

Zur Fällung der Stangenhölzer dienen Aexte verschiedener Konstruktion; man bedarf derselben auch beim Eintreiben der Keile, die hinter der Säge eingesetzt sind, sowie beim Spalten des Brennholzes in Scheite.

Fast jede Gegend hat in Hinsicht der Axtkonstruktion ihre Besonderheiten. Allgemein verlangt man, daß die Schneide gut gestählt, der Anlauf der Schneideflächen keilförmig, am besten etwas ausgebaucht, die Axt selbst nicht zu schwer und mit einem handlichen Holzstiel (sog. Helm) versehen sei. Auch in Bezug auf Aexte scheinen uns die Amerikaner den Vorrang abzulaufen; wenigstens sind seit einigen Jahren amerikanische Aexte in Gebrauch gekommen, welche sich als sehr praktisch zu bewähren scheinen [44]). Zum glatten Ausputzen und Beschlagen der Stämme dienen besondere Breitbeile, nach Art der Fleischerbeile gebaut; zur Fällung schwächeren Ausschlagholzes im Nieder- und Mittelwald benutzt man die sog. Heppe, ein vorn gekrümmtes starkes Faschinenmesser mit hölzernem Griff.

Beim Fällen des Holzes ist darauf zu sehen, daß durch die fallenden Hölzer weder

43) s. Weise in Z. f. F. u. J 1883. S. 560.
44) Stockhausen in A. F. u. J.Z. 1879. S. 115.

der umgebende Bestand noch der umfallende Stamm selbst beschädigt werde. Es ist daher darauf zu halten, daß die Holzhauer einen Stamm stets nach einer Richtung werfen, in welcher sich keine Unebenheiten (z. B. Felsen, Steine zc.) vorfinden; es ist diese Richtung so zu bemessen, daß kein stehender Stamm getroffen wird; man wählt wenn irgend möglich eine Richtung, in welcher sich kein Nachwuchs befindet, oder wenn dies unmöglich ist, läßt man den Stamm vor der Fällung ausasten, damit er beim Fällen möglichst wenig Schaden thut und nur eine schmale Gasse des Wuchses ruiniert wird.

Bei windigem Wetter muß der Fällungsbetrieb sistiert werden, da man hierbei hinsichtlich der dem fallenden Stamm zu gebenden Richtung gar keine Sicherheit hat.

An Bergwänden läßt man schief bergauf fällen, da auf diese Weise der Stamm bis zum Aufschlagen auf den Boden den kürzesten Weg zurücklegt und mit der geringsten Wucht aufschlägt, mithin der Gefahr des Zerbrechens am wenigsten ausgesetzt ist. Hierbei ist immer darauf zu sehen, daß der Stamm so fällt, daß sein Transport nach Möglichkeit erleichtert wird.

Im Interesse der Ordnung ist darauf zu halten, daß die Holzhauer in der Regel nicht mehr Stämme auf einmal zur Fällung bringen, als im Verlauf der darauf folgenden 2—3 Tage aufgearbeitet werden können. Bei Durchforstungen mag diese Regel bisweilen eine Ausnahme erleiden, indem man auf einer größeren Fläche die Fällung beenden läßt, ehe mit der Aufarbeitung begonnen wird.

§ 20. Ausformung und Sortierung der Hölzer. Bei der dem Fällungsbetrieb folgenden Aufbereitung der Hölzer werden zunächst die gefällten Stämme entästet, wobei die Aeste mit dem Beil hart und glatt am Stamm abgetrennt und überdies alle dürren Aststümpfe und Auswüchse weggeputzt werden. Das Kürzen des Derbholzes erfolgt mit der Säge, wobei die Schnitte nicht schief, sondern senkrecht auf die Axe des Schaftes geführt werden müssen. Die Ausscheidung derjenigen Stämme und Stammteile, welche bei der Verwendung als Nutzholz einen höheren Wert als Brennholz haben, muß als ein Gegenstand der besonderen Aufmerksamkeit und Umsicht der Forstverwaltungsorgane bezeichnet werden.

Durch eine gute Sortierung wird der Geldertrag wesentlich gehoben; hierbei kommt der Forstverwaltung diejenige ausgedehnte Kenntnis des Verbrauchs der verschiedenen Holzsortimente, die sich der Forstmann aneignen muß, wesentlich zu Gute.

Hinsichtlich der Sortimente, die im deutschen Reich Geltung haben sollen, sind unter einer Anzahl von Bundesregierungen gewisse feste Bestimmungen verabredet worden[45]).

Nach denselben rechnet man zum Derbholz die oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser, einschließlich der Rinde gemessen. Zum Nichtderbholz gehört Reißig (die oberirdische Holzmasse von 7 cm abwärts) und Stockholz (die unterirdische Holzmasse und die bei der Fällung daran bleibenden Schaftteile). Das Langnutzholz bilden diejenigen Nutzholzabschnitte, die nicht in Schichtmaßen aufgearbeitet, sondern kubisch vermessen und berechnet werden. Hiervon sind Stämme solche Hölzer, welche bei 1 m oberhalb des unteren Endes über 14 cm, Stangen hingegen solche, welche bis mit 14 cm Durchmesser halten, wobei unterschieden wird zwischen Derbstangen (über 7 bis mit 14 cm bei 1 m über dem Abschnitt gemessen) und Reißstangen bis mit 7 cm, ebenso gemessen. Schichtnutzholz ist das in Schichtmaßen oder in Gebunde aufbereitete Nutzholz.

Nutzrinde ist die vom Stamm getrennte Rinde, soweit sie zur Gerberei oder zu sonstigen technischen Zwecken benutzt wird.

Bei Brennholz hat man Scheite, ausgespalten aus Rundstücken von über 14 cm am oberen Ende, ferner Knüppel oder Prügel über 7 bis mit 14 cm am obern Ende,

---

45) J. d. preuß. F. u. J. 1876. S. 341.

Reißig bis mit 7 cm Durchmesser am unteren Ende, endlich Brennrinde und Stöcke.

Die Messung des Langnutzholzes soll in der Regel mit der Rinde erfolgen, nur dann ohne Rinde, wenn das Holz vor der Messung entrindet wird. Stämme werden auf Grund der gemessenen Längen (in Metern und geraden Dezimetern) und Durchmesser kubisch berechnet, kürzere Blöcke bis mit 5 m Länge können bei Messung des oberen Durchmessers nach lokalen Sätzen berechnet werden. Bei Stangenholz kann ebenfalls Berechnung nach Durchschnitts- und Erfahrungssätzen stattfinden. Die Rechnungseinheit für Holz bei der Abschätzung und Abschätzungskontrolle bildet das Kubikmeter fester Holzmasse (Festmeter).

Wenn wir nun auf die Ausformung der Holzernte etwas näher eingehen, so ist bezüglich der Nutzholzschäfte zu bemerken, daß sich im allgemeinen möglichste Ausnutzung der irgendwie brauchbaren Längen empfiehlt, ohne daß man hierbei dem Käufer zumutet, wertlose Brennholzgipfelstücke als Nutzholz mit zu übernehmen.

Wenn im Eichenholz der untere Teil eines Stammes wertvolles Schreiner- oder sonstiges Starknutzholz gibt, der Gipfel hingegen nur zu Schwellenholz geeignet erscheint, so wird man zwar eine Bezeichnung der Grenze zwischen Starkholz und Schwellenholz vornehmen und sodann den Gipfel bis zu dem Minimum der Schwellenholzstärke (in einer Länge, die ein Vielfaches der Schwellenlänge (2,4—2,5 m) darstellt) liegen lassen, allein man wird nicht gerade auf der Grenze den Stamm zerschneiden lassen, indem ein intelligenter Holzhändler vielfach eine noch vorteilhaftere Verwendung ausfindig macht, an der ihn das erfolgte Zerschneiden hindern würde.

Auch bei anderen Laubnutzhölzern ist eine Zerstückelung von Stämmen, vielleicht veranlaßt durch Krümmungen oder Aeste, bisweilen von Nachteil, weil dem Käufer öfters ein Fehlbetrag von dem Bruchteil eines Meters den Stamm zu einer beabsichtigten Verwendung untauglich macht.

Nadelholzstämme läßt man als gewöhnliches Landbauholz bis zu einer Stärke aushalten, die noch eben zu Bauzwecken nutzbar ist.

Für die Verwendung als Nutzholz zum Export (Holländerholz) hat man an manchen Orten bestimmte Normallängen, die in einem gewissen Verhältnis zu dem oberen Durchmesser (Ablaß) stehen. So z. B. hat man in gewissen Gegenden des Schwarzwaldes für die zum Export auf dem Rhein nach Holland bestimmten Nadelholzstämme folgende Abstufungen:

I.	Kl.	bei	18	m	Länge	noch	wenigstens	30	cm Ablaß
II.	„	„	18	„	„	„	„	22	„ „
III.	„	„	16	„	„	„	„	17	„ „
IV.	„	„	8	„	„	„	„	14	„ „
V.	„	„	6	„	„	„	„	12	„ „

Es ist nicht immer richtig, daß bei Nadelholzschäften die größere Länge auch dem größeren Kubikinhalt entspricht. Es kommt, insbesondere bei tief herab beasteten und infolge dessen abfälligen Stämmen vor, daß durch Abschneiden von 2—3 Meter am Gipfel der Mittendurchmesser des Stammes um so viel sich erhöht, daß ein höherer Kubikinhalt bei der Berechnung resultiert, als wenn man dem Stamm jenes Gipfelstück belassen hätte.

Allgemeine Regeln für die vorteilhafteste Entwipfelung der Nadelholzgeschäfte sind wohl schon aufgestellt worden, haben jedoch in der Praxis kaum Eingang gefunden.

Grebe schlägt vor, die Ablängung so zu bewirken, daß der obere Durchmesser ⅓ der in Brusthöhe gemessenen Stammstärke betrage; auf diese Weise soll der Stamm ein gutes Ansehen behalten und an Gebrauchsfähigkeit gewinnen[46].

46) Grebe, Forstbenutzung, 3. Auflage, S. 134.

Offenbar spielen hierbei die lokalen Bedarfsforderungen und Gewohnheiten die größte Rolle; von einem zu weit getriebenen Bestreben, die Nutzholzschäfte bis in die äußersten Zopfenden als Nutzholz ausformen zu lassen, muß aber entschieden gewarnt werden; dem höheren Nutzholzprozent steht sonst bisweilen ein geringerer Einheitspreis pro Festmeter gegenüber, indem der Käufer die für ihn wertlose Gipfelspitze bei seiner Kalkulation und bei Abgabe seines Gebotes für nichts rechnet.

Nadelholzsägebloche haben gewöhnlich die durch den Handel gegebenen Normallängen (3—4½ Meter). Bei dem Umstand, daß bisweilen auch Bretter von unkouranten Längen begehrt werden, empfiehlt es sich, besonders schöne Schnitthölzer in ganzer, zum Bretterschneiden eben noch tauglicher Länge liegen zu lassen, damit der Käufer Gelegenheit hat, ungewöhnliche Blochlängen ausschneiden lassen zu können.

Die Frage, bis zu welchem oberen Durchmesser Nadelholzsägebloche auszuhalten sind, beantwortet sich nach der lokalen Nachfrage.

Zur eigentlichen Brettergewinnung für den Handel sind Stärken von 30—36 cm am vorteilhaftesten; für Anfertigung von Kisten, sowie zur Herstellung von Latten, Stollen rc. kann man viel weiter (selbst bis 20 cm) herabgehen.

Anbrüchige Bloche finden immer ihre Verwendung, z. B. zu Kisten-, Verschalungsbrettern u. dergl., man muß dieselben nur als solche besonders bezeichnen und beim Verkauf von der guten Ware sondern, wie es denn überhaupt als Grundsatz festzuhalten ist, daß man die schadhaften Stellen der Hölzer nicht zu verdecken suchen, sondern dem Käufer offen legen soll, da im ersteren Falle das Vertrauen für künftige Verkäufe geraubt wird.

Nadelhölzer werden (bei der Fichte schon zur Gewinnung der Rinde und zur Vorbeugung gegen den Bohrkäfer und Borkenkäfer) meistens entrindet; sie trocknen hierbei leichter aus und gewinnen an Transportfähigkeit. Zur Verhinderung des Aufreißens läßt man wohl an den Enden, sowie auch in der Mitte Rindenringe stehen.

Eine Ausnahme von der Regel des Schälens machen Hölzer, welche zu Brunnenröhren bestimmt sind (Kiefern oder Fichten); dieselben sind wegen der Gefahr des Reißens unentrindet zu lassen und baldmöglichst aus dem Wald zu schaffen.

Bezüglich der Aussortierung der geringeren Nutz- und Stangenhölzer lassen sich detaillierte Vorschriften nicht wohl erteilen. Die möglichste Ausnutzung der Hiebsergebnisse zur Formung solcher Sortimente ist oberster Grundsatz der Forstbenutzung. Selbst wenn die zu erlangenden Erlöse nur wenig über dem gewöhnlichen Brennholzpreis stehen, verdient es Beachtung, daß durch reichliche Ausnutzung der Nutzholzsortimente der Brennholzanfall vermindert und dadurch die Möglichkeit gegeben wird, selbst geringere Brennhölzer besser zu verwerten.

Bei Ausnutzung der Stangenhölzer (Hopfenstangen, Wagnerhölzer) ist tiefer Aushieb derselben aus dem Boden, sowie Beibehaltung der größtmöglichen Länge anzustreben; das Entgipfeln ist also in der Regel zu unterlassen. Man legt die Stangen in Haufen, deren Zahl meist auf je 10 abgerundet ist, zusammen.

Baum- und Weinpfähle, Telegraphenstangen, überhaupt solche Sortimente, die in bekannten Längen gebraucht werden, läßt man so ablängen, wie es der Begehr fordert.

Auch bei den Nadelstangenhölzern ist das Schälen vielfach üblich und nützlich, teils wegen Erleichterung des Austrocknens, teils als Vorbeugung gegen Insektenbeschädigungen.

Schichtnutzholz wird aus dem zu Langnutzholz nicht tauglichen Teil des Einschlages, welcher sonst nur Brennholz liefert, ausgesondert. Es handelt sich hier meist um astreines, glattspaltiges Holz für Schnitzer, Böttcher, Wagner, Felgenhauer, Drechsler rc. Bei Ausformung desselben ist besonders darauf zu sehen, daß nicht wertvolles und besser bezahltes Langnutzholz in Scheitholz zerschnitten wird, daß vielmehr nur solche Nutzholzabschnitte, welche wegen irgend eines Fehlers in größeren Längen nicht zu benutzen sind,

zur Formung des Schichtnutzholzes verwandt werden, letzteres im übrigen aus dem Brennholz aussortiert wird.

Brennholz zerfällt in Scheitholz und Prügelholz; unter letzterem sind die Walzen von über 7 bis mit 14 cm Durchmesser am oberen Ende zu verstehen; stärkere Hölzer werden behufs leichterer Austrocknung in Scheite gespalten; bei normal gewachsenem Holze bedient sich der Holzhauer hier neben der schweren keilförmigen Spaltaxt der hölzernen Keile; bei knotigem, astigem, schwer spaltbarem Holze kommen eiserne Keile in Anwendung, welche mittelst starker hölzerner Schlägel eingetrieben werden.

Auch bei dem Brennholz muß auf eine sorgfältige Sortierung Bedacht genommen werden; zunächst müssen die verschiedenen Holzarten je nach ihrem Brennwert auseinandergehalten und es dürfen beispielsweise nicht Buchen und Eichen untereinander gesetzt, sondern allenfalls nur solche Holzarten zusammen in einen Stoß gelegt werden, welche in ihrer Brenngüte gleichstehen. Es ist ferner darauf zu sehen, daß zu gesundem Holz kein anbrüchiges, zu Scheitholz keine schwachen Prügel gelegt werden; knorriges Holz ist von glattspaltigem zu trennen.

Sortimente, welche nur spärlich vorkommen, so daß man aus ihnen keinen vollen Stoß formieren kann, lege man nicht zu der nächst besseren, sondern zu einer geringeren Klasse; im ersteren Fall wird das Ansehen des guten Holzes geschmälert, im letzteren gewinnt die Verkaufsfähigkeit des schlechten durch Beimischung von etwas besserem Holz.

Alle Stöße müssen gut und dicht zwischen fest eingeschlagene Stützen gelegt werden, sie erhalten die richtige Scheitlänge und normale Weite, in der Höhe gibt man oft 10 cm Uebermaß (Darrschicht) zu, wenn das Holz bis zur Verwertung voraussichtlich einige Zeit im Walde stehen bleiben muß.

Zur Erlangung guten Sortierens und Aufschichtens der Brennhölzer hat man das Institut besonderer Holzsetzer vorgeschlagen, derart daß die gewöhnlichen Holzhauer das Fällen, Ablängen und Aufspalten besorgen, während das Sortieren und Setzen besonders bevorzugten Holzhauern übertragen wird; man nimmt an, daß der Holzsetzer, selbst wenn er auch im Akkord arbeite, doch durch ein lückiges Setzen nur einen geringeren Mehrverdienst habe, als der Holzhauer selbst, da er nur an den geringen Kosten des Setzens, nicht aber an den Hauptkosten der Aufarbeitung partizipiere, daher kein so großes Interesse an fehlerhafter Arbeit, die ein Mehrergebnis hervorrufe, haben könne. — Diese Erwägungen sind ohne Zweifel nicht unrichtig, allein ohne eine eingehende Kontrolle seitens des Forstschutzpersonals wird auch der Holzsetzer nicht ordentlich arbeiten und eine Komplizierung der Betriebsarbeiten wird mit diesem Institut immerhin verbunden sein; dasselbe scheint daher in der Praxis wenig Eingang gefunden zu haben.

Ast- und Reisholz wird entweder in Wellen gebunden oder in Raummeter zusammengelegt. Bei Sortierung des Reisholzes in Wellen empfiehlt sich zur Beförderung des Austrocknens die Aufstellung derselben in schief gegeneinander dachförmig geneigten Reihen, nicht aber horizontale Auflagerung; oben auf die Reihe legt man für je 10 Stück eine Welle horizontal, so daß sofort ersehen wird, wieviel Zehner der Stoß enthält. Die stärkeren Knüppel scheidet man bisweilen zweckmäßig als sogenannte Reisknüppel aus und läßt dieselben ins Raummaß setzen. In holzreichen Gegenden empfiehlt es sich dann öfters, auf das Aufbinden des geringen Reisholzes gar keine weiteren Kosten zu verwenden, sondern dasselbe auf Haufen zusammenbringen zu lassen und in dieser Form zu verwerten. — Insbesondere erweist sich dieses Verfahren bei Verwertung des Reisholzes von Nadelstämmen, welches in manchen Gegenden als Einstreumaterial sehr gesucht ist, nützlich.

Stockholz gewinnt man entweder mittelst der in § 19 beschriebenen Baumrodung oder, nachdem die Stämme mit der Säge abgeschnitten sind, durch besonderes Ausgraben der im Boden verbliebenen Stöcke. Das Verfahren der Stockrodung nach vorausgegan-

genem Abschneiden der Stämme mittelst der Säge ist das weitaus gebräuchlichste Verfahren. Holzfällung bei hohem Schnee, sowie die Absicht, den Holzhauern während der Sommermonate einen regelmäßigen Verdienst zu gewähren, lassen diese Methode in vielen Fällen als nicht unberechtigt erscheinen.

Auch beim Stockroden werden die Hauptwurzeln vom Stamm getrennt und aus der Erde gegraben; den stehengebliebenen Stock zerkleinert man in der Regel mittelst Zerspaltens in einzelne Teile und Herausdrehens derselben mittelst Hebestangen; ist der Stock niedrig, so wird er wohl auch ganz ausgegraben, auf die Abschnittsfläche gesetzt und von unten aus gespalten.

An steilen Hängen oder inmitten von Verjüngungen beläßt man wohl auch das Wurzelholz im Boden und spaltet nur den eigentlichen Stock des Baumes ab, indem man möglichst nahe an der Erde einzelne Kerben einhaut und von oben in der entsprechenden Breite des Stammes Keile eintreibt (Abschmatzen).

Neben der bloßen Handarbeit unter Benutzung der gewöhnlichen Holzhauerwerkzeuge behufs Zerkleinerung des Stockholzes ist auch die Anwendung von Sprengstoffen (Pulver und Dynamit) mehrfach empfohlen worden. Hierbei wird der zu sprengende Stock von der Seite oder auch von oben, resp. unten angebohrt, das Bohrloch mit Pulver oder Dynamit besetzt und dieses unter Anwendung einer Zündschnur (bei Dynamit derart, daß an der Zündschnur ein Zündhütchen aufgesetzt und in das Dynamit eingeführt ist) und nach gehörigem Verschluß des Bohrloches zur Explosion gebracht.

Dynamit wirkt kräftiger und zerreißt den Stock mehr als Pulver, bei welchem öfters nur Risse entstehen, die zum weiteren Angriff mit Axt und Keil benutzt werden.

Man hat, insbesondere zur Pulversprengung, besondere Instrumente konstruiert, welche zur sicheren Einführung der Sprengpatronen in das Innere des Stockes und zu einem guten Verschluß des Bohrloches dienen. Diese Instrumente, S p r e n g s c h r a u b e n genannt, sind von verschiedenen Konstruktionen; gemeinsam ist ihnen allen ein in das Bohrloch einzuführendes Eisenrohr, welches auf die Zündmasse aufgesetzt wird, bezw. diese nebst der Zündungsvorrichtung enthält. Am vollkommensten ist die von Forstmeister Urich erfundene Zündnadelsprengschraube [47]), bei welcher das Pulver durch eine von einer Spiralfeder regierte Zündnadel, die in einen Zündspiegel einschlägt, zur Entzündung gebracht wird, während bei anderen Sprengschrauben, z. B. denjenigen von Fribolin, sowie von Preuschen, die Zündung durch Abdrücken einer dem Schlosse eines Gewehrs entsprechenden Vorrichtung zu bewirken ist.

Statt der Sprengschrauben hat Oberförster Lang den S p r e n g p f r o p f zum Verschluß des Bohrloches konstruiert [48]), ein konisches Eisenstück, in seiner Axe zur Aufnahme der Zündschnur durchlocht und so eingerichtet, daß es mittelst eines hölzernen Schlägels in das mit Pulver besetzte Bohrloch eingetrieben wird. Diese Methode scheint wegen der Billigkeit des Apparates (50 Pfennig pro Stück), die es ermöglicht, daß die Holzhauer sich denselben auf eigene Rechnung beschaffen können, beachtenswert.

Im allgemeinen hat die Stockholzzerkleinerung durch Handarbeit gegenüber der Verwendung von Sprengstoffen bis jetzt wenig an Terrain verloren. Es liegt dies vornehmlich daran, daß die Anwendung von Pulver oder Dynamit nur bei dem Baumrodungsverfahren von überwiegendem Vorteil ist, indem die Wirksamkeit dieser Sprengstoffe an die Bedingung geknüpft ist, daß der gerodete Stock bereits außerhalb des Bodens liegt, wogegen, wenn sich der Stock nach Abtrennung des Baumschaftes noch in der Erde befindet, mit den Sprengmitteln ein geringerer Effekt erzielt wird.

47) Z. f. F. u. J. 1876. S. 418. Zündnadel-Sprengschraube von Urich.
48) A. F. u. J Z. 1882. S. 68. Der Sprengpfropf von Lang.

Was übrigens die Vorteile der Anwendung von Sprengmitteln gegenüber der Handarbeit, ausgedrückt in der Verminderung der Gewinnungskosten, anlangt, so dürfte sich dieselbe gewiß bei harten, zähen und vermaserten Stöcken als nennenswert herausstellen[49]; bei Fichten hat sich die Handarbeit billiger gezeigt, als die Anwendung von Pulver und Dynamit; auch bei Kiefern stellte sich die Gewinnung von 1 rm Stockholz billiger durch Handarbeit, als durch Dynamit[50]).

Diese letzteren Erfahrungen beziehen sich jedoch nicht auf Stöcke, die bei der Baumrodung gewonnen waren.

Es ist nicht anzunehmen, daß die Handarbeit durch die Stocksprengung mit Pulver und Dynamit im Großen und Ganzen verdrängt werden wird; diese Sprengstoffe werden jedoch immerhin als Hilfsmittel Beachtung verdienen, wobei Dynamit wegen der größeren Umständlichkeit des Bezugs und der leichteren Veranlassung zu Unfällen, sowie der Schwierigkeit der Anwendung desselben im Winter (es gefriert schon bei + 8° Celsius) gegenüber dem Pulver im Nachteil stehen dürfte.

Das zerkleinerte Stockholz wird in Raummeter aufgesetzt. Da dasselbe nie glatt und gerade, sondern immer sperrig und mehr oder weniger gekrümmt ausfällt, so ist beim Aufsetzen eine besondere Aufsicht auf gutes Legen zu führen; am meisten empfiehlt es sich, die Stöße nur in Tiefen von 1/2 Meter aufschichten zu lassen, da auf diese Weise Undichtigkeiten und Lücken am leichtesten entdeckt werden.

Auch beim Stockholz ist es geboten, die verschiedenen Holzarten beim Aufsetzen zu sondern; vom Fichtenholz gewinnt man öfters viel anbrüchige Stöcke und Wurzeln. Diese müssen von dem gesunden Material bei dem Aufsetzen streng geschieden werden.

§ 21. Nutzung der Rinden. Im Laubholz ist in der Regel nur die Gewinnung der Eichenrinde von jüngeren Stämmen, insbesondere im Nieder- und Mittelwald Gegenstand der forstlichen Nutzung. Im Nadelwald schält man unter Umständen fast alle Stämme zur leichteren Austrocknung und Abwehr von Insektenschäden, allein eine Nutzung von besonderer Erheblichkeit gewährt in den deutschen Wäldern hierbei nur die Fichte, deren Rinde zur Lohegewinnung dient.

Die Löslichkeit der Rinde vom Holzkörper ist an die Zeit des Saftsteigens, welche mit dem Knospenausbruch zusammenhängt, gebunden. Die beste natürliche Schälzeit ist vom Mai bis Ende Juni, selbst bis Juli. In diese Zeit fällt also die Rindennutzung, da die in Frankreich durch Le Maître erfundene Methode der Dampfschälung, bei welcher die zu schälenden Hölzer in eine mit Dampf gefüllte Kiste gelegt werden und das Schälgeschäft von der Jahreszeit unabhängig ist, in Deutschland keinen Eingang gefunden hat[51]).

Die Schälzeit der Traubeneiche beginnt 8—12 Tage später als die der Stieleiche; die Rinde löst sich am besten bei warmer und feuchter Luft, insbesondere in den Morgen- und Abendstunden.

Nach früheren Versuchen nahm man an, daß das Gewicht der Volumeneinheit zu Ende der Schälzeit größer sei als zu Anfang derselben; so z. B. hat Oberförster Reuß nachgewiesen, daß gleich große Gebunde Lohe im Mai geschält 14,1 Kilo, im Juni geschält hingegen 14,7 Kilo wogen[52]).

Neuerdings hat v. Eschwege eine Erfahrung publiziert, nach welcher insofern das umgekehrte Verhältnis stattfindet, als sich nach derselben für die früher geschälte Lohe ein

49) Nach Heß bezifferten sich die Gewinnungskosten für Buchenstöcke bei Pulversprengung auf 1,02 M., bei Handarbeit auf 2,33 M. pr. rm. Es waren dies durch Baumrodung gewonnene Stöcke. F. Cbl. 1883. S. 147.

50) Z. f. F. u. J. 1878. S. 337. Schuberg, Versuche mit Stocksprengungen. F Cbl. 1880. S. 99 ff. Ueber Dynamit-Stocksprengversuche.

51) Z. f. F. u. J. 1870. S. 341. Die Dampfentrindung von A. Bernhardt.

52) M. f. F. u. J. 1866. S. 450.

größeres Gewicht ergibt, als für die später geschälte. Lohe, in der Zeit vom 1—14. Mai 1878 geschält, ergab ein Gewicht von 6,9 Kilo pro Gebund, während gleichgroße Gebunde desselben Standortes vom 15. bis Ende Mai geschält im Durchschnitt nur 5,9 Kilo gewogen haben [53]).

Falls sich die hier gemachte Erfahrung auch anderweit bestätigen sollte, würde die Lohegewinnung um so mehr möglichst frühzeitig zu beginnen und möglichst schleunig zu beendigen sein, indem man nicht nur den Vorteil der Erlangung eines größeren Gewichtes, sondern auch denjenigen der Erzielung eines besseren Ausschlags von den früh gehauenen Stöcken erlangen würde.

Gewöhnlich wird in größeren Schälwaldwirtschaften mit dem Rindenschälen ohnehin behufs rechtzeitiger Beendigung des Schälgeschäftes so frühzeitig als möglich begonnen.

Das Verfahren bei der Rindenernte ist folgendes: zunächst wird schon vor der eigentlichen Schälzeit das sog. Raumholz, d. h. die den Eichenausschlägen beigemischten anderen Holzarten, sowie die nicht schälbaren Eichenlohden, gehauen und aus den Schlägen entfernt; gleichzeitig werden wohl auch die Wasserreiser von dem Eichenschälholz abgehauen.

Das Schälen selbst geschieht in der Regel am liegenden Holz, indem die Stangen vom Stock getrennt und hierauf entweder in ganzer Länge geschält oder vorher in die der Scheitlänge entsprechenden Teile gekürzt werden. In manchen Gegenden schält man jedoch auch die Stangen im Stehen, indem nach Abhieb der Aeste von unten angefangen und mittelst Leitern bis in den Gipfel hinein die Rinde abgelöst wird.

Da die Rinde hierbei am Stamm hängen bleibt, so trocknet sie leicht und rasch; jedoch kann die Rinde von den Aesten und Zweigen nicht gewonnen werden, auch ist das Verfahren ermüdend.

Das Schälen der liegenden Stangen ist unbequem, wenn die Stangen in ganzer Länge geschält werden sollen. Bei Zerteilung derselben in einzelne Knüppel ist vielfach ein Verfahren im Gebrauch, nach welchem die Rinde durch Beile oder Holzklöpfel lose geklopft wird. Dies Verfahren schädigt die Qualität der Rinde, insofern durch das Zerklopfen der Bastschicht die den Gerbstoff enthaltenden Zellen zerstört werden und dadurch an solchem wesentlich verloren wird.

Eine dritte Methode ist die des G e k n i c k t s c h ä l e n s. Die Stange wird hierbei von unten im Stehen bis zu 1 m Höhe geschält, hierauf nach Einhauen mit der Axt geknickt, sodaß die Spitze zu Boden liegt und es wird nunmehr die liegende Stange mit Leichtigkeit weiter geschält. Zur Gewinnung der Rinde von den Zweigen werden diese geklopft.

Dieses Verfahren ist unstreitig das beste, weil es bequem zur Ausführung zu bringen ist und eine sorgfältige Nutzung der Lohe gestattet. Die Rinde wird an der Stange mittelst eines pfeilförmigen Instrumentes, des sog. Lohschlitzers oder eines Schnitzmessers aufgeschlitzt und mit Hilfe des Lohlöffels oder Lohschälers gelöst.

Wesentlich ist nun ein rasches Austrocknen der Rinde, wobei es darauf ankommt, daß dieselbe nicht beregnet wird, da sie sonst durch das Wasser einen Teil ihres Gerbstoffes verliert.

Damit das Trocknen rasch von Statten geht und die Rinde hierbei nicht auf dem Boden aufliegt, weil sie dabei leicht schimmlig wird, fertigt man besondere Trockengerüste, indem man 2 Paare von Stangen kreuzweise im Boden befestigt und, nachdem dieselben an dem obersten Teil zusammengebunden sind, in die so entstandene Gabel eine weitere Stange legt, auf welcher nach dem Boden in der Richtung nach der Sonnenseite weitere Stangen angelegt werden.

53) Z. f. F. u. J. 1886. S. 283 v. E s c h w e g e. Einfluß der Schälzeit auf das Gewicht der Eichen-Lohrinde.

Auf diese Gerüste werden die Rinden dünn ausgebreitet und, nachdem eine Seite abgetrocknet ist, umgewandt[54]).

Bei Eintritt von Regen deckt man wohl auch die Rinde mit Tüchern zu.

Auch empfiehlt man die Anlage von besonderen Trockenschuppen in den Schlägen zur Unterbringung der Lohrinde bei eintretendem Regen. Da die Errichtung dieser Schuppen immer nur in größeren Schälbetrieben möglich sein würde, so hat man auf ein am Rhein schon im Gebrauch befindliches Verfahren hingewiesen, welches darin besteht, daß die 2 m lang abgeschälte Rinden in Bündel von je 14—20 Rollen an einer etwa 60 cm von der Spitze entfernten Stelle mit Weiden zusammengebunden und diese Bündel alsdann rittlings mit den Stammenden nach unten über Stangen gehängt werden, die man quer über gabelförmige Stützen gelegt hat. Die oberen Enden der Rinden werden nochmals leicht mit einer Weide gebunden, damit sie sich nicht auseinanderspreizen; die Stammenden müssen wenigstens 60 cm vom Boden entfernt bleiben. Mittelst dieses Verfahrens sind die Rinden der Sonne und der Luft mehr ausgesetzt als beim Auflegen auf gewöhnliche Trockengerüste. Infolge der senkrechten Richtung, die sie einnehmen, läuft das Regenwasser schnell ab und die Rinden trocknen leicht[55]).

Dieses Verfahren wird neuerdings von Oberförster Krichler nicht als zweckmäßig erklärt, da die trocknende Wirkung der Luft dabei weniger zur Geltung komme; derselbe hält das Trocknen auf schrägen Gestellen, wobei das untere Ende der Rinde 35 cm Abstand von der Erde hat, für praktischer[56]).

Nach erfolgter Abtrocknung erfolgt das Binden der Rinde in Gebunde. Hierzu benutzt man besondere Böcke (Rinden- oder Bindböcke) aus kreuzweise in die Erde geschlagenen Prügeln bestehend. Die Gebunde werden mit Weiden oder Stricken gebunden. Ihre Länge und Stärke richtet sich nach den ortsüblichen Gewohnheiten und variiert von 1—2 Meter Länge und 0,6—1,0 Meter Umfang. Beim Aufbinden ist auf Sortierung zu halten. Insbesondere muß zwischen Stammrinde und Astrinde unterschieden werden.

Da die Rinde gewöhnlich nach dem Gewicht verkauft wird, so erfolgt in diesem Fall unmittelbar nach dem Abtrocknen das Verwiegen und die Uebergabe an den Käufer.

An manchen Orten ist der minder sichere Verkauf nach Gebunden im Gebrauch; auch findet man wohl noch diejenige Methode, nach welcher der Verkauf nach der Anzahl der sich beim Aufsetzen des Holzes ergebenden Anzahl Raummeter erfolgt, ein Verfahren, welches namentlich da, wo nicht der Waldbesitzer, sondern der Käufer das Geschäft des Schälens besorgen läßt, nicht so unzweckmäßig ist, als man auf den ersten Blick glauben sollte.

Auch von älteren Eichenstämmen wird in manchen Gegenden die Rinde als Gerbmaterial gewonnen.

Man schält hier meist im Liegen, indem die Rinde in Meter lange Kränze eingekerbt, mit einem Lohschlitzer aufgerissen und sodann abgelöst wird. Doch ist auch das Verfahren des Stehendschälens im Gebrauch, wobei die geschälten Stämme nicht alsbald nach dem Schälen, sondern erst im folgenden Winter abgetrieben werden; dieselben sollen hierbei an Güte und Festigkeit des Holzes gewinnen, indem sie im Gipfel grün werden, auf welche Weise der Saft herausgezogen wird[57]).

Der Verkauf der Alteichenrinde findet in der Regel nach Raummetern statt.

Das Schälen der Fichten erfolgt derart, daß die gefällten Stämme und Stangen

---

54) Etwas abweichende Trockengerüste mit Reisigdecke gegen Regen werden beschrieben von Schütz in Z. f. F. u. J. 1881. S. 615.

55) F.Bl. 1883. S. 77. Das Trocknen der Lohe in den Schlägen von Grunert.

56) Allgem. Holzverkaufsanzeiger 1886. S. 388. Das Trocknen der Eichenlohrinde von Krichler.

57) Z. f. F. u. J. 1880. S. 639. Brauns, Verfahren, Die Eichen stehend zu schälen.

in Entfernungen von 1—2 Meter ringsum eingekerbt und die Rindenringe meist mittelst hölzerner, harter, zugespitzter Rindenschlitzer abgelöst werden. Diese Rindenringe rollen sich zusammen; sie werden an die liegenden Stämme zum Trocknen angelehnt, nach erfolgter Austrocknung in Raummeter gelegt und diese verwertet. Auch verkauft man wohl die Lohe nach Stückzahl der sog. Rollen. Bei dem geringeren Wert und Preis der Fichtenlohe ist der Verkauf nach dem Gewicht nicht üblich; hingegen überläßt man wohl auch die Rinden zur Selbstgewinnung an den Käufer derart, daß ein Kaufpreis pro Stamm oder pro Stange gezahlt wird.

Es ist zu bemerken, daß die Lohe nicht nur von solchen Stämmen sich schälen läßt, die zur Saftzeit gefällt sind, sondern daß mit Eintritt der letzteren die Rinde auch an solchen Stämmen schälbar wird, die schon im Winter geschlagen sind. Doch ist in diesem Fall die Zeit, während deren das Schälen noch geht, sehr kurz.

Auch Fichtenrinde verliert infolge von Auslaugen durch Regen bedeutend an Qualität, man verkauft dieselbe meist schon vor der Aufbereitung und übergibt sie dem Käufer alsbald nach Beendigung derselben.

Tannenrinde, welche ein gutes Brennmaterial abgibt, schält man ebenso wie Fichte.

Die Rinde vom Lindenholz ist zur Darstellung des Bastes zu benutzen. Ihre Gewinnung ist in Rußland von Wichtigkeit, in Deutschland ist sie wohl nirgends Gegenstand der regelmäßigen Forstbenutzung. Die geschälte Rinde wird, ähnlich wie Flachs, im Wasser geröstet, und es wird alsdann durch Klopfen die Bastlage von dem eigentlichen Rindenkörper gelöst [58]).

Was die Materialerträge der Lohrindennutzung, sowie die Volumen-Verhältnisse des Holzes zur Rinde anlangt, so ist darüber folgendes zu sagen:

Im Eichenschälwald hat man je nach dem klimatischen Charakter der verschiedenen Gebiete, sowie der Beschaffenheit, endlich nach der wirtschaftlichen Behandlung der Wälder (Umtrieb, Bestandspflege ꝛc.) sehr verschiedene Erträge.

Nach Bernhardt [59]) kann man bei kürzeren (12—17jährigen) Umtrieben folgende Zahlen annehmen:

I. Kl. (sehr günstiges Klima, sehr guter Boden) ein Jahres-Durchschnittszuwachs pro Hektar von 10 Ztner Rinde und 7 Festmeter Holz.

II. Kl. (günstiges Klima, guter Boden) 8 Ztner Rinde und 6 Festmeter Holz.

III. Kl. (westdeutsches Bergklima, mittelmäßiger Boden) 5 Ztner Rinde und 5 Festmeter Holz.

IV. Kl. (nordwest- und mitteldeutsches Klima, guter namentlich frischer und tiefgründiger Lehmsandboden) 3½ Ztner Rinde und 4 Festmeter Holz.

V. Kl. (norddeutsches Klima, frischer Sandboden) 3 Ztner Rinde und 4 Festmeter Holz.

Nach Forstmeister Ostner [60]) ergaben sich im Odenwald folgende Ertragszahlen bei 15jährigem Umtrieb als Durchschnitte pro Jahr und Hektar:

I. schlechte lückige Schläge 2,7 Ztner Rinde und 1,6 Raummeter Schälholz.
II. mittlere, mäßig geschlossene Schläge 4 Ztner Rinde und 2,4 Raummeter Schälholz;
III. gute, geschlossene Schläge 5,3 Ztr. und 3,2 Rm.
IV. sehr gute „ 6,7 „ „ 4,0 „
V. vorzügliche „ 8 „ „ 4,8 „
VI. ungewöhnliche „ 9,3 „ „ 5,8 „

58) A. F. u. J.Z. 1873. S. 290. Verwendung des Lindenbastes in Rußland.
59) Eichenschälwaldkatechismus von A. Bernhardt 1877. S. 66.
60) Statische und statistische Mitteilungen aus dem Eichenschälwald von Walther. Z. f. F. u. J. 1886. S. 339.

Als Höchstbetrag werden pro Hektar 225 Zentner Rinde beim Abtrieb, entsprechend 15 Zentner Durchschnittsertrag pro Hektar angegeben.

Nach Baurs „Untersuchungen über die Festgehalte und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde“ (1879) hat man folgende Verhältniszahlen zwischen Volumen und Gewicht der Eichenrinden anzunehmen:

Eichen-Altrinde geputzt, waldtrocken 1 Ztner = 0,065 fm
ungeputzt „ = 0,064 „

Eichen-Jungrinde
Spiegelrinde 1 Ztner = 0,0565 fm
Reitelrinde „ = 0,0595 „
Grobrinde „ = 0,0620 „

Auf den Raummeter geschälten Holzes kann man nach Baur[61]) rechnen:

bei jüngerer Stammrinde 1,00 Ztner waldtrockene Rinde.
„ älterer Stammrinde 1,50 „ „ „
„ Astreitelrinde 1,30 „ „ „
„ Astglanzrinde 0,76 „ „ „

Die Prozente der Rinde im Verhältnis zum ungeschälten Holz sind je nach dem Alter, bezw. der Stärke des Holzes verschieden, mit abnehmender Stärke nehmen sie naturgemäß zu. Man kann nach Baur im Durchschnitt rechnen:

Astglanzrinde 35% des Holzgehaltes
Astreitelrinde 30% „ „
Stammglanzrinde 27% „ „
Stammreitelrinde 18% „ „

Bei Fichtenrinde in Rollen kann man nach Baur den Raummeter grün = 0,27 fm und waldtrocken = 0,15 fm ansetzen; das Gewicht pro Raummeter nach Baur beträgt waldtrocken 111 Kilo, grün hingegen 227 Kilo. Ueber die Frage nach dem Prozentsatz der Rinde im Verhältnis zum Holz liegen bezüglich dieser Holzart in der Litteratur bis jetzt wenig Angaben vor.

Ueber die in der Sachsen-Meiningischen Staatsforstverwaltung angestellten Versuche und deren Resultate vermag der Verfasser anzuführen, daß die Rindenprozente mit zunehmender Standortsgüte und Zunahme der Stärken wesentlich abnehmen. Auf geringen Standorten ist die Rinde verhältnismäßig stärker, ebenso an jüngeren, bezw. schwächeren Stammteilen. Für eine mittlere Ortsgüte von 0,5 ergaben sich folgende Rindenprozente der ganzen Baumschäfte:

bei 10 cm Durchmesser	17,0%	bei 21—35 cm Durchmesser	12,2%
„ 11—15 cm „	13,4%	„ 36—40 „ „	12,0%
„ 16—20 „ „	13,0%	„ 40—45 „ „	11,6%.

III. Verwertung der Fällungsergebnisse.

§ 22. Schlagaufnahme. Bei Aufarbeitung der Schlagergebnisse ist auf ein geordnetes Anrücken derselben an Wege, Schneißen, Schlagränder behufs erleichterter Uebersicht, sowie zur Schonung der Anwüchse und zur Beförderung des Absatzes zu sehen. Es erfolgt dies beim Brennholz, Reisig und den geringeren Nutzhölzern mittelst Tragens, Fahrens auf Schiebkarren oder Handschlitten, sowie bei stärkerem Holz durch Schleifen, nötigenfalls unter Anwendung von Zugkräften, wobei das Vordergestell eines Wagens zur Aufnahme des zu schleifenden Stammes mit Vorteil benutzt wird[62]). An steileren Hängen lassen sich

61) Untersuchungen über Eichengerbrinde von Baur. M. f. F. u. J. 1875. S. 241.
62) Eine sehr zweckmäßige Transportvorrichtung zum Ausrücken von Langnutzholz beschreibt

Brennhölzer und Stöcke auch leicht abstürzen und es ist diese Methode, sofern nicht Beschädigungen an Holzwüchsen zu befürchten sind, ganz praktisch.

Nach erfolgtem Anrücken und Aufsetzen haben die einzelnen Holzhauerrotten die von ihnen aufbereiteten Forstprodukte mit einem Zeichen, am besten einer Nummer zu versehen, welche ein für allemal angibt, welche Partie dieselben aufgearbeitet hat.

Nach Fertigstellung der Hauung erfolgt die Schlagaufnahme. Dieselbe dient zur förmlichen Uebernahme der Hiebsergebnisse seitens der Forstverwaltung von den Holzhauern, sowie zur Verzeichnung derselben in besondere Aufnahmslisten (Nummerbücher) behufs der Verwertung.

Jeder Posten vom Rund-, Werk- oder Brennholz, sowie jeder Haufen Reisig erhält eine Nummer; man wählt getrennte Nummerfolgen für Langnutzholz, Brennholz, Reisig, Stöcke 2c. Das Anschreiben der Nummern erfolgt beim Schichtholz auf die Stirnfläche eines zweckmäßig etwas herausgestoßenen Scheites oder Knüppels (Nummerscheit) beim Langnutzholz an die Abschnittfläche; beim Reisholz auf besonders herausgezogene Prügel. Man bedient sich dazu der gewöhnlichen Rotstifte, oder besonders präparierter Kohlen (Lindenkohle, mit Oel getränkt). Wenn die Hölzer längere Zeit bis zur Verwertung bezw. Abfuhre im Wald stehen müssen, so ist es zweckmäßig, die Nummern auf besondere Weise dauerhaft anzubringen. Hierzu kann man Oelfarbe wählen, unter deren Anwendung die Zahlen mit einem Pinsel angeschrieben werden; auch hat man Schablonen von schwachem Blech, mittelst deren ebenfalls unter Anwendung von Oelfarben die Zahlen angebracht werden können.

Außerdem bestehen noch eine Anzahl besonderer Apparate, unter denen die meiste Beachtung der Göhler'sche Numerierschlägel verdient[63]). Vermittelst desselben werden die Nummern in das Holz eingeschlagen, so daß sie fest und dauerhaft sind. Die Anwendung des Apparates hat die große Annehmlichkeit, daß durch einen einfachen Hebeldruck nach dem Einschlagen einer Nummer die zunächst folgende sich von selbst stellt. Die Nummertypen sind erhaben und werden auf einer Filzplatte, die mit Leinöl und Druckerschwärze getränkt ist, geschwärzt.

Die Arbeit geht mit diesem Apparat rasch, sicher und sauber von statten, die Zahlen haften gut und sind von weitem erkennbar. Um das Geschäft des Numerierens jedoch nicht unnötig für den Forstbeamten aufzuhalten, empfiehlt es sich, die Nummern zunächst mit Rotstift leicht anzuschreiben, was erheblich rascher zu bewirken ist, als die Arbeit mit dem Hammer, und sodann durch Holzhauer oder Forstaufseher nachträglich das Einschlagen der Nummern bewirken zu lassen. Der Pfitzenmayer'sche Apparat besteht aus Holzstempeln mit Typen aus Filz, die geschwärzt und mit der Hand aufgedrückt werden. Der Ihrig'sche Apparat hat eiserne Stempel, deren vorderes Ende mit je einer Nummer versehen ist und nach erfolgter Schwärzung mittelst eines Hammers in das Holz eingeschlagen wird.

In das Nummerbuch wird nunmehr für jede Nummer der nötige Eintrag über das betreffende Sortiment gemacht. Man hält getrennte Bücher für Nutzholz und Brennholz.

Beim Stammholz wird die Länge und Stärke, sowie die Holzart und nötigenfalls die

---

Grunert unter dem Titel „der Neuhauser Rückwagen" in F.Bl. 1886. S. 159. Es ist dies ein Räderpaar mit Achse und einer Lenkwiede, an welcher die Vorrichtung zum Anspannen des Zugviehs sich befindet; die Benutzung geht derart vor sich, daß die Räder über den Stamm geschoben und derselbe unter der Achse mit Scheerenhaken, am vorderen Teil der Lenkwiede mittelst Kette befestigt wird. Ein großer Vorteil liegt dabei darin, daß die Stämme nicht auf dem Wagen, sondern unter demselben befestigt werden, so daß ein Mann Stämme von 2 fm allein zu heben und zu regieren im Stande ist. Von ähnlicher Einrichtung ist „der Ahlbornsche Blochwagen", beschrieben von Grunert in F.Bl. 1887 S. 39.

63) Der sächsische Numerierschlägel 2c. von Bernhardt Z. f. F. u. J. 1874, S. 71. Würdigung verschiedener Numeriermethoden von Heß. — A. F. u. J.Z. 1873. S. 142.

Sortimentsklasse hinter der betreffenden Nummer angegeben, beim Schichtholz und Reisig die Quantität, Holzart und ebenso das Sortiment.

Bei den Langnutzhölzern wird von den Holzhauern bei dem Aushalten der einzelnen Stücke die Länge gemessen, hiernach die Mitte örtlich bestimmt und dort die Länge angeschrieben. Die Aufnahme hat jedoch die Längenmessung zu revidieren, und es erfolgt nunmehr die Abnahme des mittleren Durchmessers mit der Kluppe; den Durchmesser läßt man zweckmäßig ebenfalls am Stamm selbst anschreiben.

Die Vermessung erfolgt bei unregelmäßig gewachsenen Stämmen und deren Teilen wohl auch in mehreren Sektionen, namentlich wenn das betreffende Nutzstück infolge seiner Form zweierlei Qualität hat, z. B. an einem Eichenstamm unten ein glattes Stammbloch, nach oben ein ästigerer Gipfelteil sich befindet.

Die Abnahme des Durchmessers geschieht bei unregelmäßiger Form des Mittenquerschnittes übers Kreuz unter Mittelung der Resultate. Auf gut konstruierte, solide, geaichte Kluppen, die richtiges Maß ergeben, ist streng zu sehen. Fällt die Mitte auf einen Ast oder eine unförmliche Erhöhung, so ist entsprechend am Durchmesser nachzulassen. In der Regel wird die Rinde mitgemessen, soweit dieselbe nicht, wie bei Nadelholz, bereits entfernt ist.

Man findet unter den Holzkäufern nicht selten eine Abneigung gegen diese Methode des Mitmessens der Rinde, und es ist nicht zu leugnen, daß dieselbe insofern begründet erscheint, als dadurch dem Holzkäufer ein Bestandteil der Ware mit in Ansatz gebracht wird, den er eigentlich nicht verwertet. Besonderen Vorteil hat der Holzkäufer bei dem Nichtmessen der Rinde dann, wenn er die Hölzer zur Abfuhre in Akkord gibt, wobei in der Regel das Aufmaß und die kubische Berechnung der Forstverwaltung maßgebend ist und der Fuhrunternehmer häufig nicht genau danach fragen wird, ob mit oder ohne Rinde gemessen ist.

Da der intelligente Holzkäufer sein Gebot pro fm verschieden einrichten wird, je nachdem er auf Holz bieten soll, welches mit, oder solches, welches ohne Rinde gemessen ist, so würde die Frage, ob mit oder ohne Rinde gemessen werden soll, praktisch nicht von besonderem Einfluß sein, wenn man nicht zu befürchten hätte, daß der Holzhändler, um ganz sicher zu gehen, bei seiner Kalkulation einen solchen Abzug für die mitgemessene Rinde machen würde, wie er thatsächlich gar nicht begründet ist.

Auf der 1885er Versammlung deutscher Forstmänner zu Görlitz hat man sich sowohl von holzhändlerischer, als auch von forstlicher Seite für das Nichtmessen der Rinde ausgesprochen, und wir glauben, daß diejenigen Forstverwaltungen, welche die Messung der Durchmesser ohne Rinde vornehmen lassen, keinen Schaden davon haben werden[64]).

In einzelnen Forsthaushalten, z. B. Königreich Sachsen, hat man für die Kubierung der Nadelholzbloche, die in gewissen ortsüblichen, dem Handel entsprechenden konstanten Längen ausgehalten werden, die Messung des oberen Durchmessers gewählt, wobei für die kubische Berechnung des Bloches als Walze ein durch Erfahrungen ermittelter durchschnittlicher Anlauf nach der Mitte angenommen wird.

Bei Aufnahme der schwächeren Rundholzsortimente, z. B. Wagnerhölzer, Grubenhölzer verfährt man wohl auch so, daß nicht für jedes einzelne Stück Länge und Stärke erhoben, sondern eine größere Zahl gleicher Länge zu einer Nummer vereinigt und für dieselben ein gemeinschaftlicher mittlerer Durchmesser ermittelt wird.

64) Da bei Feststellung des Materialetats nach vorausgegangener Aufnahme der Holzbestände die Rinde mitgemessen, also der Holzvorrat inclusive Rinde ermittelt ist, so käme es nur darauf an, durch ausgedehnte Untersuchungen die Rindenprozente der verschiedenen Holzgattungen, je nach deren Stärke festzustellen, um alsdann durch geeigneten Zuschlag zu dem rindenfrei gemessenen Holz die der ursprünglichen Holzaufnahme entsprechende berindete Holzmasse für das Taxationskontrollbuch zu finden.

Die Stangensortimente nimmt man nach dem in 1 Meter über dem Abhieb gemessenen Durchmesser und der mittleren Länge auf. Man vereinigt auch hier unter einer Nummer eine schon örtlich bei der Holzhauerei in passende Haufen zusammengelegte Mehrzahl von Stangen, deren Stückzahl in der Regel durch 10 teilbar ist.

Vielfach sind bestimmte Klassen für gewisse häufig vorkommende Stangensortimente im voraus festgesetzt, z. B. Bohnenstangen, Hopfenstangen I., II. und III. Kl., in welchem Fall nur die Stückzahl in die betreffende Sortimentsspalte einzutragen ist.

Bei jeder Numeration und Holzaufnahme hat der das Geschäft besorgende Forstbeamte genau zu prüfen, ob die Hölzer nach Vorschrift aufgearbeitet sind. Beim Langnutzholz muß darauf gesehen werden, daß die Aeste glatt von den Stämmen, Blochen und Stangen abgehauen sind; sollten sich anbrüchige Stellen finden, so ist darüber eine Bemerkung im Nummerbuch nicht zu unterlassen, damit die Preisfestsetzung der geringeren Qualität entsprechend bewirkt werde.

Beim Schichtholz ist die Richtigkeit der Maße zu kontrollieren, es ist zu prüfen, ob die Stöße gehörig dicht und lückenlos gesetzt sind, und es sind alle in dieser Hinsicht zu stellenden Erinnerungen den bei der Schlagaufnahme zugezogenen Holzhauern zur sofortigen Erledigung der Anstände mitzuteilen.

Die Schlagaufnahme wird hinsichtlich ihres Resultates mit den Angaben der Holzhauer über die von ihnen gefertigten Quantitäten verglichen, etwaige Differenzen werden behoben und die nötige Uebereinstimmung herbeigeführt.

Der Numeration folgt die Revision derselben durch einen Vorgesetzten desjenigen Beamten, der die erste Aufnahme besorgt hat, in der Regel durch den Verwaltungsbeamten, insofern die erste Aufnahme dem Schutzpersonal obzuliegen pflegt. Diese Operation (Holzabnahme, Abpostung oder Abzählung genannt), welche auch wohl für einzelne Schläge dem Inspektionsbeamten übertragen ist, hat den Zweck, zu konstatieren, ob bei der erstmaligen Aufnahme keine Fehler unterlaufen und ob die bei jener Gelegenheit gerügten Anstände inzwischen beseitigt worden sind. Mit Hilfe des Nummerbuches revidiert der abpostende Beamte die einzelnen Hiebsergebnisse, indem er Nummer für Nummer die Angabe des Buchs mit dem Befund im Wald vergleicht und sich von der ordnungsmäßigen Beschaffenheit aller Posten überzeugt. Manchen Ortes ist hierbei die Einrichtung getroffen, daß die Rundhölzer an der Stirnseite mit einem besonderen Kontrollehammer geschlagen werden.

Nach Maßgabe der durch die Schlagaufnahme festgestellten Quantitäten, die von den einzelnen Holzhauerrotten aufbereitet sind, im Zusammenhalt mit den früher vereinbarten Holzhauerlohnakkorden, kann nun die Aufstellung der Lohnrechnung für die beendete Hauung erfolgen.

§ 23. Verkaufsarten. In einem früheren Abschnitt ist gezeigt worden, daß der Verkauf des aufbereiteten Holzes die sicherste und zweckmäßigste Methode sei und daß ihr gegenüber der Verkauf des Holzes im Stehen in den meisten Fällen sich weniger empfehle.

Die aufbereiteten Forstprodukte verwertet man auf verschiedene Art entweder im Weg des Verkaufs aus freier Hand oder im öffentlichen Verkaufsverfahren durch Versteigerung oder im Submissionsweg.

Der Verkauf aus freier Hand, früher allgemein im Gebrauch, hatte seine Berechtigung, solange es möglich war, jedem Konsumenten dasjenige Quantum an Forstprodukten zu überweisen, was er nötig hatte. In waldreichen, aber dünn bevölkerten Gegenden, wo das Angebot an Holz die Nachfrage nach solchem übersteigt, ist dieses Verfahren noch heute vollständig begründet. Mit zunehmender Bevölkerung und gesteigertem Anspruch auf Zuteilung von Hölzern, mit der Ausbildung von Holzhandel und Holzindustrie ist jedoch dieses gewissermaßen patriarchalische System nach und nach in den meisten, mehr entwickelten

Gegenden in Wegfall gekommen, da es kaum möglich war, das Ergebnis der Schläge in gerechter Weise unter die einzelnen Empfänger zu verteilen und hierbei die Begünstigung der einen auf Kosten der anderen zu vermeiden. Es ist eine Hauptschattenseite dieses Verfahrens, daß es sich dabei kaum vermeiden läßt, in einer bisweilen unbilligen Weise dem einen Teil der Empfänger Holz in guter Abfuhrgelegenheit zuzuteilen, während ein anderer Teil auf Schläge verwiesen werden muß, die einen beschwerlicheren und kostspieligeren Transport der Forstprodukte veranlassen.

Bestehende Berechtigungen gewisser Klassen von Einwohnern auf den Bezug von Hölzern nach feststehenden Preisen nötigen heute noch an manchen Orten zur Beibehaltung dieses Verfahrens, welches übrigens in der Regel so gehandhabt wird, daß, sofern nicht durch Berechtigung das abzugebende Quantum ein für allemal feststeht, die einzelnen Reflektanten an gewissen Terminen Gelegenheit erhalten, ihren Bedarf anzumelden, worauf die Verteilung nach Maßgabe der Anforderungen (eventuell nach der erforderlich werdenden Reduktion der Bestellungen) erfolgt und jedem Holzempfänger ein Nummerzettel zugestellt wird, auf welchem die Holzposten, die er erhalten soll, nach Forstabteilung, Sortiment, Nummer und Preis genau bezeichnet sind. In ähnlicher Weise sind Holzabgaben um gewisse Tax- oder Tarifpreise nicht ausgeschlossen bei Befriedigung des Bedarfs der Forstbeamten, denen man nicht erlauben darf, in den Auktionen mitzubieten, ebenso in besonderen Notfällen; ferner wird sich öfters empfehlen, den Holzhauern auf solche Weise ihren Bedarf an Brennmaterial aus freier Hand zu gewähren, um ihr Interesse für den Wald zu heben und ihre Anhänglikeit an denselben zu befördern.

Eine besondere Schwierigkeit bereitet bei diesem Verkaufsmodus die Festsetzung der Taxen, nach welchen der Verkauf bewirkt wird, insbesondere dann, wenn der gesamte Verkauf eines Revieres auf diese Weise erfolgt und infolge dessen keine Anhalte darüber vorhanden sind, wie sich die Preise im öffentlichen Marktverkehr stellen.

In der That sind auch diese Holztaxen in denjenigen früheren Perioden, in welchen der Verkauf ausschließlich nach ihnen bewirkt wurde, mehr oder weniger willkürlich aufgestellt worden.

Der öffentliche **Verkauf nach dem Meistgebot** ist in der Regel für den Waldbesitzer von den meisten Vorteilen begleitet; bei diesem Verfahren werden infolge der vorhandenen Konkurrenz die den konkreten Verkaufsloosen nach Maßgabe der vorhandenen Absatzgelegenheiten entsprechenden Verkaufspreise erzielt. Es ist mit diesem Modus die größte erreichbare Unparteilichkeit verbunden und der den Verkauf leitende Beamte den wenigsten Vorwürfen ausgesetzt, weil das Verfahren sich vor unbeschränkter Oeffentlichkeit abspielt und jede unzulässige Bevorzugung des einen Käufers vor den andern ausgeschlossen erscheint.

Der Käufer selbst ist vollständig in der Lage, die nach der Beschaffenheit der Ware, deren Abfuhrgelegenheit und der auf ihre Verwendungsfähigkeit für ihn als Konsumenten zu nehmenden Rücksicht sein Gebot abgeben zu können.

Wenn nun auch bei genügender Konkurrenz die Wirkung von Angebot und Nachfrage in Hinsicht auf die Gestaltung des Verkaufsresultates beim auktionsweisen Verkauf am besten zur Geltung gelangt, so sind doch bei demselben gewisse Nachteile für den Waldbesitzer nicht ausgeschlossen, wenn das Angebot die Nachfrage übersteigt. In diesem Falle steht dem Verkäufer häufig eine nur beschränkte Anzahl von Kaufliebhabern gegenüber, und es ist die Möglichkeit vorhanden, daß dieselben sich verabreden, um durch Abgabe geringer Gebote und die getroffene Vereinbarung, daß der eine Käufer den andern nicht in die Höhe treibt, die Verkaufspreise niedrig zu halten.

Es tritt dieses Verhältnis insbesondere in waldreichen Gegenden ein, in welchen Industrie und Holzabsatz noch nicht recht entwickelt sind. Es muß in solchen Fällen dem

Waldbesitzer darauf ankommen, den etwaigen Koalitionen entgegenzuarbeiten, insbesondere durch Herbeiziehung auswärtiger Konkurrenten.

Vorausgesetzt, daß zuvörderst darauf gesehen wird, daß die zu verkaufende Ware in einem dem Holzkäufer konvenierenden Zustand ausgeboten wird, daß eine richtige Sortimentsbildung stattfindet und daß vor dem Verkauf die Hölzer auf Rechnung der Forstverwaltung an Stellen geschafft worden sind, an denen sie ohne weiteres aufgeladen und von dem Käufer nach dem Ort ihrer Bestimmung gebracht werden können, wird sich bei ausreichender Publikation der Verkäufe eine Konkurrenz bald von selbst finden. Außerdem empfiehlt es sich, im Falle der eintretenden Koalition einer geringeren Anzahl von Käufern, sehr oft, ein Verfahren einzuführen, nach welchem die Gebote schriftlich bei der Forstverwaltung eingereicht werden, sodaß die einzelnen Käufer gar nichts von einander wissen. Hat man alsdann wirklich wertvolle Hölzer zu verkaufen, auf deren Besitz gewisse Konsumenten ernstlich reflektieren, so ist bestimmt darauf zu rechnen, daß dieselben in der Befürchtung, es könne ein bisher nicht als Käufer aufgetretener, vielleicht fremder Konkurrent ein Gebot abgeben, eine dem Wert des Holzes angemessene Offerte einreichen werden.

Dieses Verfahren, Submissionsverfahren genannt, findet neuerdings viele Vertreter, und es ist nicht in Abrede zu stellen, daß es als ein sehr zweckmäßiges Auskunftsmittel angesehen werden darf.

Freilich läßt dasselbe bei minderwertigen Holzsortimenten im Stich, indem nur dann ein Käufer Gebote abgeben wird, wenn ihm wirklich an der Ware etwas gelegen ist.

In solchen Fällen mangelnder Konkurrenz, insbesondere beim Verkauf minder wertvoller Sortimente ist nun als eine äußerst zweckmäßige Form des Verkaufs der Freihandverkauf zu vereinbarten Preisen zu bezeichnen.

Es handelt sich hierbei meist um bedeutendere Quantitäten, und es ist dieser Verkaufsmodus besonders am Platz, wenn die Absicht vorliegt, an größere Holz verbrauchende Etablissements die über den Bedarf der kleinen Konsumenten hinausgehende Menge der Forstprodukte zu verkaufen.

Es wird dieses Verfahren beispielsweise den Vorzug verdienen, wenn größere Brennholzquantitäten an vereinzelt in einer Gegend bestehende Hüttenwerke oder Fabriken, ebenso Durchforstungshölzer als Grubenholz, als Schleifholz für Holzstofffabriken bei beschränkter Nachfrage verkauft werden sollen, in welchen Fällen der Konsument besonderes Gewicht darauf legen wird, die Sicherheit dafür zu haben, daß sein Holzbedarf gedeckt wird.

Entsteht im Laufe der Zeit eine ausgedehntere Konkurrenz auch für solche minder begehrte Sortimente, so ist es der Vorsicht angemessen, durch Anberaumung von Versteigerungen oder von öffentlichen Submissionen den Mitbewerb anderer Konsumenten zu ermöglichen.

Es empfiehlt sich bei solchen Freihandverkäufen öfters der Abschluß vollständiger Kontrakte vor dem eigentlichen Holzeinschlag, da auf diese Weise dem Käufer gezeigt wird, daß der Waldbesitzer bei Abgabe ungenügender Gebote nicht in Verlegenheit kommt, weil das Holz noch im Wald steht und bis zur Erlangung eines angemessenen Preises stehen gelassen werden kann.

Eine Abart des auktionsweisen Verkaufs bildet noch das in Frankreich übliche Verfahren des Abbietens (Verkauf au rabais), derart, daß auf Grund vorhergehender Schätzung des Verkaufsquantums eine Taxe festgestellt und im Verkaufstermin in sehr erhöhter Summe publiziert wird. Während nun der Auktionator immer weiter abwärts gehende Ausgebote ausruft, muß der Reflektant den Moment benutzen, in welchem die Summe niedrig genug erscheint, um dafür das ausgebotene Objekt gebrauchen zu können. Er ruft dann einfach: je prends; nur bei gleichzeitigem Ausruf seitens mehrerer Personen wird das Verkaufsloos unter diesen wieder im Aufgebot versteigert.

Dieses Verfahren wird in Frankreich bei dem Blockverkauf ganzer Schläge, deren Aufarbeitung Sache des Käufers ist, in Anwendung gebracht.

Die deutsche Forstverwaltung in Elsaß-Lothringen hat als Regel den auktionsweisen Verkauf der auf Rechnung der Forstverwaltung aufzuarbeitenden Schlagergebnisse eingeführt. Das große Publikum soll damit, namentlich was den Verkauf des Brennholzes anlangt, zufrieden sein, weil auf die jetzt eingeführte Art die Möglichkeit besteht, daß der einzelne seinen Bedarf kaufen kann, ohne sich an den Holzhändler wenden zu müssen — ein Verfahren, welches früher allgemein üblich war, während jetzt jeder direkt und billiger kauft, da der Profit des Holzhändlers hinwegfällt. Für große Nutzholzverkäufe ist jedoch der Verkauf au rabais noch in Anwendung; die Meinungen über seine Zweckmäßigkeit sind geteilt (vergl. „die Forstrente in Elsaß-Lothringen", Straßburg 1886 S. 46).

§ 24. **Bildung von Holztaxen.** Bei allen Holzverkäufen ist es für den Waldbesitzer von besonderer Wichtigkeit, gewisse Grundsätze für Normierung der Preise, nach denen verkauft werden soll (**Holztaxen** oder **Tarife**), festzustellen. Am schwierigsten ist die rationelle Bildung dieser Taxen in solchen Wirtschaften, in denen der öffentliche Verkauf um das Meistgebot gar nicht stattfindet. Hier ist, wie bereits bei Würdigung dieser Verkaufsmethode im vorigen Abschnitt angegeben wurde, der Willkür und dem individuellen Bedünken der Forstverwaltungen ein gewisser Spielraum gewährt; am rationellsten wird man noch derart verfahren, daß man Anhalte aus den Versteigerungsresultaten solcher Oertlichkeiten zu Hilfe nimmt, in denen der Verkauf ums Meistgebot schon länger besteht, wobei man wegen etwaiger Abgelegenheit der in Frage kommenden Gebiete und der Schwierigkeit der Verbringung des Holzes an solche Verkaufsplätze, in welchen sich Marktpreise gebildet haben, angemessene Abzüge, die etwa nach der Höhe der Transportkosten zu bemessen sein würden, macht.

Da wo Verkauf in freier Konkurrenz schon die Regel bildet, sind die Resultate desselben zur Bildung der Taxen zu benutzen. Insofern diese Taxen hauptsächlich als Anhalte für das Angebot der zur Versteigerung zu bringenden Forsterzeugnisse dienen sollen, empfiehlt es sich nicht, sie genau nach dem Durchschnitt der wirklichen Verkaufserlöse zu normieren, sondern es ist ein prozentualer Abzug von dem faktischen Durchschnittspreis zu machen, damit dem Vorwurf begegnet wird, als solle durch regelmäßiges Angebot nach den letzten Durchschnittserlösen eine stete Steigerung der Holzpreise erzielt werden.

Bei Verkäufen im Wege der Auktion wird durch die Wirkung der Konkurrenz ein allenfalls etwas niedriges Angebot in der Regel ohne Nachteil für die Erlöse sein; im Gegenteil kann man behaupten, daß ein mäßiges Angebot die Lust zum Steigern befördert.

Hingegen wird man Verkäufe aus freier Hand um konventionelle, durch Uebereinkunft festzustellende Preise nicht nach derjenigen Angebotstaxe bewirken, welche durch einen Abzug von den mittleren Auktionspreisen erlangt ist, sondern man wird einen prozentualen Aufschlag zu Grunde legen, mittelst dessen der Verkaufspreis die Höhe der letzten Durchschnittspreise wieder erhält.

Für die Erlangung der den Taxen zu Grunde liegenden mittleren Verkaufserlöse sind statistische Ermittelungen anzustellen. Es empfiehlt sich, alle in freier Konkurrenz erzielten Erlöse von Hölzern gleicher Qualität und Absatzlage übersichtlich zusammenzustellen und auf diese Weise für die einzelnen Sortimente das geometrische Mittel zu ziehen.

Bei Schichtholz, Reisig, Stockholz bietet die Aufstellung dieser Holzpreisstatistik keine Schwierigkeiten. Anders ist es bei Ermittelung der Durchschnittspreise bei Langnutzholz. Man unterscheidet hier **Taxklassen**, welche in manchen Staaten nach dem Festgehalt der Stämme, an anderen Orten nach dem Durchmesser gebildet sind.

Es ist nun im großen nicht leicht zu ermöglichen, bei Formierung der Verkaufsloose immer nur Langnutzholz von gleicher Stärkesorte, bezw. Taxklasse zusammenzufassen, sondern

es ist meistens nicht zu umgehen, daß beispielsweise Stämme oder Sägebloche von verschiedenen Dimensionen in Verkaufsloose vereinigt werden, insbesondere da, wo ein Anrücken der Hölzer an die Wege nicht durchgehends stattfindet, und die Hölzer verschiedener Stärken auf den Schlägen durcheinander liegen bleiben.

Hier ist nun der durchschnittliche Preis für die Verkaufseinhalt (Festmeter) noch kein Anhalt dafür, ob hoch oder niedrig verkauft wurde, sondern es muß die Stärke der Hölzer dabei in Betracht gezogen werden.

Der Gebrauchswert eines Sägebloches ist bis zu einem gewissen Grad Funktion seiner Stärke; mit Zunahme derselben steigt die Verwendungsfähigkeit. Während die schwachen Bretter, die aus geringen Blochen zu schneiden sind, einen niedrigen Verkaufspreis haben und der Abfall von solchen Stärkensorten verhältnismäßig groß ist, können aus stärkeren Hölzern bei relativ geringerem Abfall wertvollere Bretter gewonnen werden. Eine rationelle Bildung der Taxklassen muß diesem Umstand Rechnung tragen und wird dies am besten dadurch bethätigen, daß sie bei einsichtigen Konsumenten Erkundigungen einzieht, welche Preisunterschiede je nach der Breite der fertigen Ware bestehen. Aus solchen Mitteilungen lassen sich ohne Zweifel am leichtesten Abstufungen der Wertsverhältnisse verschiedener Stammstärken herleiten.

Die Bildung der Taxklassen und deren Abstufungen nach dem Kubikinhalt der Abschnitte ist in der Preußischen Staatsforstverwaltung üblich. Hier werden bezeichnet als

Hölzer I. Kl. solche von über 2 fm pro Stück
„ II. „ „ „ „ 1½—2 „ „ „
„ III. „ „ „ „ 1 —1½ „ „ „
„ IV. „ „ „ „ ½—1 „ „ „
„ V. „ „ „ „ bis zu ½ „ „ „

Diese Einteilung wird von verschiedenen Seiten nicht für zweckmäßig erkannt; es ist hierbei möglich, daß durch Belassung eines Zopfstückes, welches nur Brennholzwert hat, die Taxe für die Einheit (fm) eine höhere wird, während in Wirklichkeit der spezifische Wert sich verringert; ebenso können bei Verteilung der Schlaganfälle in die verschiedenen Taxklassen Hölzer von verschiedenem Gebrauchswerte unrichtig in eine Klasse vereinigt und ebenso Hölzer von gleicher Verwendungsfähigkeit unnötiger Weise in mehrere Klassen geschieden werden.

In andern Forsthaushalten scheidet man wieder die Taxklassen nach Länge und Stärke.

Im Herzogtum Braunschweig besteht die Einrichtnng, daß die Oberstärke in einem gewissen Verhältnis zur Länge stehen soll [65]). Balken z. B. werden in Längen von Meter zu Meter abgestuft, und es wird jedem Sortiment diejenige Oberstärke in Zentimetern gegeben, welche man erhält, wenn man zu der Meterzahl der Sortimentslängen 10 hinzusetzt, wobei jedoch für den Handel die Spitzen an den Stämmen belassen werden. Hiernach ist ein 6metriger Balken ein Bauholzstamm mit der Spitze, welcher auf 6 m Länge eine Stärke von mindestens 16 cm besitzt, aber bei 7 m nicht mehr volle 17 cm mißt; ebenso hält der 7metrige Balken bei 7 m Länge mindestens 17 cm, bei 18 cm aber nicht mehr voll 18 cm im Durchmesser.

Für die einzelnen Sortimente bestehen im voraus festgestellte Inhaltssätze, sodaß nicht jeder Stamm nach Länge und Mittendurchmesser gemessen, sondern nach mittleren Sätzen für die betreffenden Oberstärkensortimente kubiert wird.

Von Forstassessor Lehnpfuhl ist neuerdings vorgeschlagen worden, als Maßstab für die Sortimentsbildung die sog. „Formhöhe“ zu benutzen, unter welcher diejenige Länge

---

65) Bericht über die XIV. Versammlung deutscher Forstmänner in Görlitz. Berlin 1886. S. 123.

des Stammes verstanden wird, bei welcher derselbe noch eine Stärke von 0,7 des Brusthöhendurchmessers bei 1,3 m Höhe besitzt [66]).

Es ist zwar einleuchtend, daß die Formhöhe einen Anhalt für die größere oder geringere Abfälligkeit eines Stammes gewährt, allein ob sich dieselbe zur rationellen Taxklassenbestimmung praktisch verwerten lassen wird, erscheint uns zweifelhaft.

Für hinlänglich genügend und durchaus rationell halten wir die Klassifikation des Langnutzholzes und die Bildung der Taxklassen nach der Mittenstärke, wobei, um den Vollholzigkeitsgrad zum Ausdruck zu bringen, wieder das Verhältnis des Durchmessers zur Länge mit in Rechnung zu ziehen ist.

Die Mittenstärke an sich ist entscheidend für die Frage, welches Bauholzsortiment die eine oder die andere Taxklasse liefern wird.

Ob nun die Stämme beim Uebergang vom Rundholz zur fertigen Ware einen größeren oder geringeren Abfall liefern, darüber entscheidet das Verhältnis der Länge zum Durchmesser, durch welches ohne weiteres die Frage, ob der Stamm vollholzig oder abholzig ist, gelöst wird.

Es werden zweckmäßig 3 Längenklassen unterschieden:

a. Stämme, deren Länge mehr als das 70fache des Mittendurchmessers beträgt.

b. Stämme von einer Länge, die dem 50—70fachen der Mittenstärke gleich ist.

c. Stämme mit einer Länge, die unter dem 50fachen des Mittendurchmessers steht.

Die Taxklassen selbst möge man in Stufen von 5 zu 5 Zentimeter Durchmesser einteilen; für das Wertsverthältnis der einzelnen Durchmesserstufen zu einander können dann folgende Erwägungen angestellt werden:

Die schwächste Stammsorte von 15 cm Durchmesser liefert nur Hölzer von 10 cm Kante, wobei etwa 40 % des Holzes als Abfall hinwegfällt; der Preis für dieses fertige Material sei 20 Mark pro cbm.

Eine Stammsorte von 30 cm Durchmesser liefert schon Balken von 20—23 cm Kante, wobei nur 30 % des Holzes als Abfall zu rechnen sind, der Preis für dieses geschnittene Holz mag sich auf 30 Mark pro cbm stellen.

Hiernach würde das Preisverhältnis des runden Holzes pro Festmeter der schwächeren Sorte sich zu dem der stärkeren Sorte stellen wie $60 \times 20 : 70 \times 30$ oder wie $1 : 1{,}75$. Wenn also beispielsweise die Taxe des schwachen Holzes zu 7 Mark normiert wäre, so müßte bei rationeller Bildung der Taxklassen der Preis für die stärkere Sorte mit $7 \times 1{,}75$ oder 12¼ Mark pro Festmeter festgesetzt sein.

Oertliche Untersuchungen der Forstverwaltungsorgane können in der angedeuteten Weise das Abstufungsverhältnis der Werte verschiedener Stärkensorten ohne Schwierigkeit feststellen. Wir erblicken hierin die einfachste Lösung der wichtigen Frage, wie man Langholztaxen in rationeller Weise zu bilden hat, wenn die Möglichkeit nicht vorliegt, die verschiedenen Stärkenstufen gesondert zu verkaufen und auf diese Weise Durchschnittspreise für dieselben zu erhalten.

Bei Sägeblochen ist in analoger Weise zu verfahren. Ein Beispiel möge dies verdeutlichen:

Man wird aus 25 cm starken Blochen nur eine schmale Bretterware schneiden, wobei Schal- und Kistenbretter gewonnen werden, die pro cbm mit nur 25 Mark verkauft werden sollen. Das Rundholz wird hierbei mit 60 % ausgenutzt; 40 % bleiben Abfall, die nicht hoch zu veranschlagen sind. 50 cm starke Bloche hingegen lassen sich mit 75 % Ausnutzung, also nur 25 % Abfall zu einer 28 cm breiten, wertvollen Ware ausnutzen,

66) Z. f. F. u. J. 1885. S. 649. Lehnpfuhl: Die Formhöhe und ihre Bedeutung für Baumkubierung und Formzahlberechnung, sowie für die Wertsbestimmung des Langnutzholzes.

von welcher der Kubikmeter vielleicht 35 Mark kostet. Die Verhältniszahlen sind also wie 60 × 25 : 75 × 35 oder 1 : 1,75. Wäre also in diesem Falle die Taxe der Sägebloche von 25 cm Durchmesser zu 10 Mark festgesetzt, so würde der Preis der 50 cm starken Bloche mit 17½ Mark pro Festmeter zu normieren sein; für die Zwischenklassen wären die Taxen in entsprechenden Abstufungen zu interpolieren.

Die Ermittelungen wären für alle gangbaren Sorten festzustellen; für Eisenbahnschwellenhölzer wurde bereits in § 5 eine Untersuchung darüber angestellt, in welchem Maße die Ausnutzungsfähigkeit des Stammes mit Zunahme des Durchmessers bis zu einer gewissen Grenze zunehme, wobei ermittelt wurde, daß die Wertszunahme der Hölzer nicht allzuweit nach oben mit dem Durchmesser ansteige.

Um nun das Verhältnis der Erlöse zu den Angebotstaxen festzusetzen, brauchte man nicht gerade die Hölzer nur klassenweise auszubieten, sondern es wäre zulässig, mehrere Klassen zusammenzufassen und im Resultat die Länge und Stärke des Mittelstammes resp. Mittelbloches zu finden, für diesen den wirklichen Erlös pro fm und somit das Verhältnis des Angebotes (Taxe) zum wirklichen Erlös festzustellen.

Die Taxen sind nicht für allzu große Bezirke gemeinsam zu bilden, sondern es müssen schon bei der Holzpreisstatistik die Taxgebiete so enge begrenzt werden, daß in Wahrheit nur Bezirke von gleicher Absatzgelegenheit zusammengefaßt werden.

Es wird vielfach nötig sein, selbst in einem einzigen Verwaltungsbezirk noch Unterschiede zu machen, je nachdem Schläge vorkommen, deren Ergebnisse an wohlgebauten Chausseen zum Verkauf aufgestapelt werden, oder solche, die auf minder guten Waldwegen zur Abfuhre gelangen, in welchem Falle man für ein Revier zwei getrennte Absatzlagen unterscheiden und bei der Holzpreisstatistik, sowie der Feststellung der Taxen auseinanderhalten wird.

Die rationelle Behandlung der Holztaxenbildung ist ein Punkt von großer Wichtigkeit für die geschäftliche Seite der Forstbenutzung und Forstverwaltung. Sie hängt mit einer sorgfältigen Holzpreisstatistik aufs engste zusammen. Nach unserer Ansicht empfiehlt es sich, am Schlusse eines jeden Wirtschaftsjahres eine statistische Nachweisung der Holzdurchschnittspreise zu beschaffen und daraus die in Hinsicht auf Beibehaltung oder Aenderung der Holztaxen sich ergebenden Schlüsse zu ziehen.

Keinesfalls darf es für alle irgend wichtigeren Zwecke mehr genügen, beim Langnutzholz die Preise schlechthin nach dem Durchschnitt pro Einheit (Festmeter) dieses oder jenes Sortiments zu vergleichen, sondern es muß die Reduktion auf eine Normalstärke desselben stattfinden, durch welche eine Basis für Vergleichungsfähigkeit geschaffen wird.

§ 25. **Ausführung der Forstproduktenverkäufe.** Bei allen Verkäufen von Forstprodukten (Holz, Rinden) ist vom wesentlichsten Einfluß die Verkaufszeit; in der Regel ist es am vorteilhaftesten, so frühzeitig als möglich im Wirtschaftsjahr den Einschlag dem kaufenden Publikum zu offerieren. Jeder größere Konsument oder Händler wird Gewicht darauf legen, seinen Bedarf frühzeitig zu decken; die Rücksicht auf eine gewisse Sicherheit dieser Befriedigung des Bedarfs wird ihn dazu bestimmen, bei frühzeitig erfolgenden Verkäufen relativ höhere Preise zu bewilligen als später.

Von besonderer Wichtigkeit ist dies dann, wenn größere Holzquantitäten im Stehen ausgeboten und vielleicht vor der Fällung verkauft werden sollen, wobei — wie früher erörtert wurde — es zweckmäßig sein kann, dem Verkäufer zu gestatten, daß er selbst bestimmt, in welcher Weise die Sortimente bei der Aufarbeitung zu bilden sind.

Die Rücksicht auf einen frühzeitigen Verkauf ist jedoch nicht minder wichtig bei denjenigen Verkäufen, durch welche lokale Bedürfnisse, insbesondere von Brenn- und Kleinnutzholz gedeckt werden sollen. Auch hier ist Beschleunigung der Verkäufe zweckmäßig,

damit dem Konsumenten die Annehmlichkeit erwächst, wegen Abfuhre und weiterer Behandlung der Forstprodukte nicht allzusehr beschränkt zu sein.

Von wesentlichem Einfluß auf die Resultate mancher Verkäufe ist die richtige Bemessung der jeweils in einem Termin auszubietenden Quantitäten und die Formierung angemessener Verkaufsloose.

Hat man einen ausgedehnten und völlig genügenden Lokalabsatz zur Verfügung, so empfiehlt sich die Abhaltung kleiner Verkäufe und die Bildung kleiner Verkaufsloose, sowohl beim Brennholz als auch beim Nutzholz; anders verhält es sich, wenn dieser Lokalabsatz fehlt und wenn es sich darum handelt, auswärtige Verkäufer, vielleicht aus weiterer Ferne herbeizuziehen. Hier müssen große Verkäufe organisiert und große Verkaufsloose gebildet werden, damit der größere Konsument oder Händler, welcher vielfach behufs Realisierung eines Ankaufes eine weite Reise zu machen hat, es auch der Mühe wert findet, sich an der Konkurrenz der Käufer zu beteiligen, was er aber nicht gern thut, wenn er genötigt ist, seinen Bedarf durch Ankauf einer Menge kleinerer Verkaufsloose zu decken, die er öfters nicht einmal in einem einzigen Schlage erwerben kann, wodurch naturgemäß die Aufsicht und der Transport, sowie die weitere Verwendung überhaupt wesentlich erschwert wird.

Unter Umständen empfiehlt es sich mehr, dem Lokalbedarf zunächst durch kleinere Verkaufsloose Rechnung zu tragen, sodann aber die Befriedigung größerer Konsumenten durch Darbietung größerer Verkaufsposten in's Auge zu fassen. Man wird vielleicht für den ersteren Zweck Auktionen, für den letzteren Submissionen wählen.

Daß man bei Darbietung größerer Verkaufsposten weit eher darauf rechnen kann, eine erhebliche Anzahl von großen Konsumenten zur Teilnahme zu bewegen, haben auf das eklatanteste die großen Lohrindenversteigerungen bewiesen, die man in Süddeutschland schon seit Jahren zu gleicher Zeit für eine ganze Anzahl von Revieren auf einmal abhält, so z. B. in Hirschhorn, Erbach, Kaiserslautern, Alzei, Boppard, Heilbronn, Friedberg, Kreuznach.

Wenn auch in neuerer Zeit Verabredungen der Käufer, nur gewisse niedrige Preise zu bieten, bei diesen großen Rindenversteigerungen vorkommen, so ist doch diese Erscheinung vielleicht nur vorübergehend und läßt sich durch zeitweise Einführung des schriftlichen Submissionsverfahrens oder des Freihandverkaufs wieder beseitigen.

Auch die Zusammenfassung der Holzernte verschiedener Waldbesitzer zum Behuf gemeinsamer Versteigerung ist neuerdings in Anregung gebracht, resp. angebahnt worden und verdient entschieden alle Beachtung, wenn es sich um den Verkauf von Forstprodukten handelt, die wesentlich für den Großhandel bestimmt sind [67]).

Nach allem bisher Mitgeteilten wird sich ergeben, daß die angemessenste Verkaufsform in der Regel und bei Vorhandensein genügender Nachfrage, insbesondere bei hinlänglichem Lokalabsatz, die Auktion sein wird.

Man hat hierbei darüber gestritten, ob es sich empfiehlt, die Versteigerungen im Freien abzuhalten und dabei jedem Käufer Gelegenheit zu geben, das Holz, auf welches er bietet, unmittelbar zu beaugenscheinigen. Sicherlich werden auf diese Weise alle etwaigen späteren Reklamationen abgeschnitten. Allein diese Methode hat doch auch eine Reihe von Uebelständen im Gefolge, namentlich eine erhöhte Unbequemlichkeit für das Forstpersonal und für das Publikum, namentlich bei Eintritt schlechten Wetters. Bei Auktionen größerer, im Wald zerstreut stehender Hölzer ist sie geradezu unausführbar, da es unmöglich oder wenigstens mit unverhältnismäßigem Zeitverlust verbunden ist, die einzelnen Posten mit den Kaufliebhabern durchzugehen.

---

67) s. Vortrag von Wimmenauer in dem Bericht über die XIV. Versammlung deutscher Forstmänner in Görlitz 1885. S. 116.

Wenn man aber auch bei kleineren Auktionen, namentlich der Brennhölzer, sich von der Methode der Waldversteigerungen nicht trennen zu können glaubt, so ist hier gewiß an vielen Orten noch ein Vorurteil vorhanden. Ist es einmal als fester Grundsatz eingebürgert, daß alle Hölzer im richtigen Maß aufgesetzt, gut sortiert und nach ihrem wirklichen Wert in die Bücher der Forstverwaltung eingetragen werden, ist ferner für gute Wege gesorgt und das Prinzip des Anrückens der Hölzer an die Abfuhrwege allenthalben durchgeführt, sodaß in bezug auf die Leichtigkeit oder die Erschwerung der Abfuhre keine wesentlichen Unterschiede Platz greifen, ist ferner dem Publikum Gelegenheit geboten, das zur Auktion gelangende Material vor Beginn derselben örtlich besichtigen zu können, so wird sich dasselbe bald daran gewöhnen, an Auktionen Teil zu nehmen, die nicht im Walde, sondern in Lokalen abgehalten werden und wird bei näherer Bekanntschaft dem letzteren Verfahren den Vorzug geben. Von Wichtigkeit für den Erfolg der Auktion ist neben anderm auch die Wahl eines passenden Versteigerungstages; man sieht hierbei darauf, daß kein Tag gewählt wird, an welchem etwa in der Nachbarschaft Markt ist; gewöhnliche Gerichtstage sind auszuschließen, auch wähle man solche Perioden, in welchen die Feldarbeiten nicht gerade dringend sind. Verabredungen mit benachbarten Revierverwaltungen behufs Vermeidung etwaiger Kollisionen sind geboten.

Alle öffentlichen Verkäufe sind in hinreichend ausführlicher Weise nach Ort und Zeit, sowie unter Angabe des zu verkaufenden Materials zu publizieren, teils durch Inserate in gelesene Blätter, teils durch anderweite ortsübliche Bekanntmachung (Plakate, Ausschellen rc.). Für Forstprodukte, welche Gegenstand des Begehrs für den eigentlichen Holzhandel sind, wie z. B. größere Holzmassen, welche den Lokalbedarf übersteigen, bei denen es also darauf ankommt, zur Beförderung des Absatzes fremde Holzhändler, bezw. Holzkäufer herbeizuziehen, ist das Inserieren in die Holzverkaufszeitungen, deren jetzt in Deutschland eine ganze Anzahl existiert, meist von großem Vorteil[68]).

Von wesentlichem Einfluß auf die Resultate der Verkäufe von Forstprodukten ist der Zahlungsmodus. In den meisten Staatsverwaltungen bildet die Barzahlung die Regel, in Bayern, sowie manchen kleineren Staaten ist die Kreditierung zulässig.

Der Gewähr einer gewissen Zahlungsfrist erscheint mit Rücksicht auf die dadurch den meisten Käufern bereitete Annehmlichkeit zweckmäßig und dient zur Herbeiziehung größerer Konkurrenz, folgeweise zur Erhöhung der Preise.

Hierbei muß ein Unterschied zwischen großen und kleinen Verkäufen gemacht werden. Bei geringen Objekten ist es gewiß nützlich, auf Barzahlung zu sehen, bei größeren nur dann, wenn der Käufer als nicht solvent bekannt oder nicht im stande ist, durch Bürgschaft, Hypothek oder Deponierung von Wertpapieren Sicherheit zu bieten.

Letztere Vorsichtsmaßregel, den Kredit nur gegen Gewähr einer gewissen Sicherheit zu erteilen, empfiehlt sich übrigens auch bei größeren Verkäufen ganz allgemein; man wird vielleicht außerdem die Entrichtung einer Anzahlung (z. B. 10 % des Kaufpreises) stipulieren

---

68) Die wesentlichsten dieser Blätter, welche in der Regel nicht bloße Annoncenblätter sind, sondern auch Abhandlungen und Mitteilungen aus dem Bereiche des Holzhandels und der Holzindustrie, neuerdings sogar z. Teil aus dem ganzen Gebiet des Forstwesens bringen, sind folgende:

Handelsblatt für Walderzeugnisse, Red. von E. Laris in Gießen; Allgemeiner Holzverkaufsanzeiger, Red. v. K. Schüßler in Hannover; Allg. Holz- und Forstanzeiger (Holzindustrie-Zeitung), Red. v. R. Gruner in Leipzig; Forstverkehrsblatt, Red. v. Oberförster v. Riesenthal in Berlin; Der Holzhändler (erscheint in Dülmen), Red. v. Oberf. Renne; Zentralblatt für den deutschen Holzhandel, Red. v. Lindheimer in Stuttgart; Zentralblatt für Holzindustrie, Red. v. Hoffmann in Oranienburg; Allg. Anzeiger für den Forstprodukten-Verkehr (erscheint in Augsburg), Red. v. Prof. Dr. Weber in München.

Auch erscheint neuerdings ein Holzverkaufsanzeiger in Straßburg, sowie ein solcher für Sachsen in Dresden.

und sich bis zur geleisteten Zahlung das Eigentumsrecht an dem Verkaufsobjekt vorbehalten.

Auf diese Weise werden bei dem Borgsystem Verluste vermieden und es kommen die günstigen Seiten dieses Verfahrens zur Geltung.

Will man ganz strikte an dem Modus der Barzahlung auch bei dem Großhandel festhalten, so schafft man leicht ein Monopol für wenige, besonders reichlich mit Betriebsmitteln versehene Konsumenten, während der kleinere Händler von der Konkurrenz ausgeschlossen ist.

In Baden ist das System des Kreditierens von Holzkaufgeldern dadurch ergänzt, daß bei Barzahlung ein gewisses Skonto (3 %) gewährt wird.

Von Bedeutung für die Resultate der Verkäufe ist noch die Gewähr einer nicht allzu kurz bemessenen Abfuhrfrist, damit der Käufer nicht gedrängt ist und dadurch Gefahr läuft, ungewöhnlich hohe Fuhrlöhne bezahlen zu müssen, um die vorgeschriebene Abfuhrzeit einhalten zu können.

Auch sollte man die Bearbeitung des Holzes in den Schlägen nicht so allgemein verbieten, wie noch vielfach üblich ist. Bei schwerem Eichenholz erscheint es fast unerläßlich, daß die Stämme behufs Erleichterung des Transportes im Walde etwas zugerichtet werden, insbesondere bei Verwendung zu Eisenbahnschwellen.

Bei jeder Holzversteigerung sind gewisse Formen einzuhalten. Insbesondere werden vor Beginn derselben die Bedingungen bekannt gemacht, unter denen der Verkauf erfolgt. — Man schließt zweckmäßig „Restanten", d. h. solche Käufer, die noch mit Zahlungen im Rückstand sind, aus, bestimmt die Termine für die Abfuhre, publiziert die Zahlungsbedingungen und setzt die Frist fest, bis zu welcher für das Vorhandensein des Holzes Garantie geleistet wird.

Ueber alle diese Bedingungen wird ein Protokoll aufgenommen, welches man an manchen Orten von einem öffentlichen Notar führen läßt, wodurch sofortige Exequibilität erlangt wird.

Die Zuziehung eines Kassenbeamten zu den Auktionen erscheint zweckmäßig, damit die stipulierten Barzahlungen oder Anzahlungen alsbald entrichtet, auch die Frage wegen der Solvenz der Käufer sofort beantwortet werden kann.

Jeder Käufer erhält einen Holzüberweisungs- oder Holzabfuhrschein, d. h. eine Nachweisung über das von ihm erstandene Holz, die dessen Nummer, die Bezeichnung des Forstortes, den Kaufpreis und einen Abdruck der Abfuhrbestimmungen enthält.

Durch die Uebergabe, resp. Annahme dieses Scheines wird der Verkauf gänzlich perfekt und das Holz steht alsdann auch auf Gefahr des Empfängers. Höchstens gibt man 24 Stunden Währzeit, innerhalb deren Reklamationen noch angebracht werden können, läßt aber während dieser Frist die Abfuhre noch nicht zu.

Die weiteren Formalitäten der Holzverkäufe sind lokal sehr verschieden und daher hier nicht weiter zu erörtern. Wesentlich ist in allen Fällen, daß der den Verkauf leitende Beamte sich weniger als solcher fühle, sondern als gewandter Geschäftsmann auftrete, dessen Bestreben es sein muß, dem kaufenden Publikum hinsichtlich billiger und berechtigter Wünsche mit Koulanz entgegenzukommen.

§ 26. **Beförderung des Holzabsatzes.** Die seit der Mitte der 1870er Jahre beobachtete Depression der Holzpreise, teilweise auf massenhaften Import fremder Nutzhölzer, bezw. Holzprodukte, z. B. aus Schweden-Norwegen, sowie aus Oesterreich-Ungarn, teilweise auf die mehr und mehr sich an Stelle der Holzfeuerung einbürgernde Heizung mit Mineralkohle, sowie die Verwendung des Eisens statt des Holzes für manche Bauzwecke, jedoch wesentlich auch auf geminderte Baulust und Darniederliegen mancher Industriezweige zurückzuführen, hat zu den verschiedensten Vorschlägen geführt, welche eine Besserung der Zustände und eine möglichste Hebung des Absatzes bezwecken. Wenn wir von den im Gebiet der

Gesetzgebung und Verwaltungspolitik liegenden Maßnahmen (z. B. Holzzölle, Eisenbahntarifermäßigungen) absehen und uns darauf beschränken, diejenigen Punkte zu erörtern, die in die eigentliche Verwaltungssphäre des Forstmannes fallen, so finden wir in erster Linie die Notwendigkeit, durch zweckmäßige Wegeanlagen und sonstige Transportmittel die Abfuhre zu erleichtern. Insbesondere tritt mehr und mehr die Notwendigkeit heran, durch Ausrücken der Hölzer an größere Lagerplätze und gutes Sortieren derselben je nach ihrer Gebrauchsfähigkeit dem Konsumenten den Holzbezug zu erleichtern, derart, daß derselbe eine gute Uebersicht über das, was zu verkaufen ist, gewinnt und ferner die erkauften Hölzer ohne nochmaliges Umladen direkt dem Orte ihrer Bestimmung zuführen kann.

In den großen zusammenhängenden Forsten der Ebene und des Flachhügellandes sind ohne Zweifel die Waldeisenbahnen, diese große Errungenschaft der Neuzeit, berufen, hinsichtlich der Annäherung der Holzkäufer an die Forstverwaltungen eine bedeutende Rolle zu spielen, da durch ihre Benutzung jenen Grundsätzen des Verkaufs an größeren Lagerplätzen am leichtesten Rechnung getragen werden kann.

Beim Sortieren der Hölzer und dem Ausbieten derselben zum Verkauf ist den vernünftigen und billigen Wünschen des Holzhandels möglichst entgegenzukommen; der Forstwirt muß sich mehr und mehr befleißigen, die technischen Anforderungen, die an Hölzer der verschiedensten Gattungen gemacht werden, und die Verwendungen, denen dieselben dienen sollen, kennen zu lernen; er muß sich genaue Warenkunde aneignen; schon dadurch wird er viele Wünsche der Konsumenten, mit denen er infolge seiner Bestrebungen in einen regeren Verkehr tritt, in Erfahrung bringen.

Die Holztaxen sind beweglich zu halten und den jeweiligen Konjunkturen des Handels thunlichst anzupassen; sie müssen auf Grund genauer Holzpreis-Statistik aufgestellt werden, so daß keinerlei Willkür und kein einseitiges Bestreben, die Holzpreise unnatürlich in die Höhe zu schrauben, dabei im Spiele ist.

Bei Vermessung der Rundhölzer walte strenge Unparteilichkeit und Gerechtigkeit ob; niemals verfahre man hierbei zu knapp, weder in Hinsicht auf Längen- noch auf Stärkenbestimmung; geringe Qualitäten bezeichne man als solche besonders und suche sie nicht als gut zu verwerten. — Beim Schichtholz gebe man richtiges Maß und sehe auf gutes dichtes Legen, akkomodiere sich auch etwaigen besonderen, z. B. auf Herstellung ungewöhnlicher Längen gerichteten Wünschen des Publikums.

Der Verkaufsmodus sei nicht einseitig bemessen, sondern werde je nach den herrschenden Umständen bestimmt, entweder als Versteigerung, oder Submission, oder Freihandverkauf. Den Verwaltungsorganen ist eine hinlänglich weitgehende Kompetenz einzuräumen, damit der schleppende Instanzenweg möglichst abgekürzt wird; in der Krediterteilung und Feststellung der Zahlungsbedingungen, sowie in der Statuierung der Abfuhrfristen komme man den Käufern möglichst entgegen.

Auf diese Weise wird sich ein auf Vertrauen beruhendes Verhältnis zwischen den Forstverwaltungen und den Konsumenten bald herausstellen, welches beiden Teilen zur Zufriedenheit gereichen wird [69].

Es ist den Forstverwaltungen manchen Ortes noch die Aufgabe zugewiesen, technische

69) Vergl. Danckelmann in Z. f. F. u. J. 1885. S. 396 ff. Wünsche des Holzhandels gegenüber der Forstverwaltung.

Bericht über die XIV. Versammlung deutscher Forstmänner in Görlitz, Thema II: „Inwieweit sind die Klagen und Wünsche der Holzhändler bezüglich ungenügender Berücksichtigung ihrer Interessen begründet und in welcher Weise kann berechtigten Einwendungen abgeholfen werden"? Mancherlei beachtenswerte Winke in Bezug auf Hebung des Holzabsatzes finden sich auch in der Schrift „Die Forstrente in Elsaß-Lothringen, Rückgang und Mittel zur Hebung derselben". Straßburg 1886.

Nebengewerbe zu betreiben, welche eine höhere Verwertung des Holzes durch eine gewisse Verfeinerung zum Zweck haben.

In der Regel erfordert die Leitung solcher Nebengewerbe, wozu namentlich Sägewerksbetrieb, Schindelfabrikation, Imprägnation von Hölzern ꝛc. gehört, eine gewisse Summe spezifisch kaufmännischer Fertigkeiten und Kenntnisse, die den mehr büreaukratisch angelegten Forstverwaltungsorganen zumeist abgehen. Auch bedingen solche Nebengeschäfte stets ein ausgedehntes Maß von Spekulation, welches sich selten mit der im Beamtentum, insbesondere der Staatsverwaltungen, unumgänglich nötigen Kontrolle befriedigend vereinigen läßt. In weiter vorgeschrittenen Stadien des Wirtschaftslebens empfiehlt sich daher der Betrieb technischer Nebengewerbe durch die Forstverwaltung nicht.

Eine Hauptaufgabe derselben ist es hingegen, in den Fällen ungenügenden Absatzes die Privatspekulation zu wecken. Man kann wohl sagen, daß die letztere in denjenigen Gebieten, in welchen überhaupt mit Vorteil Geschäfte zu machen sind, leicht einzubürgern ist.

Verbesserung der Verkehrsmittel, Agitation für Straßen- und Eisenbahnbau in vom Verkehr abgeschlossenen Gegenden sind wesentliche Mittel, um die Thätigkeit von Privatunternehmern zu wecken.

Die Forstverwaltungen müssen weiter durch Darbietung von Grund und Boden zu zivilen Preisen, durch Ueberlassung von Wasserkräften, durch Abschluß von Holzkaufkontrakten auf angemessene Zeiträume dem Privatunternehmer entgegenkommen und ihm den nötigen Mut einflößen, damit er sein Kapital in Unternehmungen steckt, deren Resultate sowohl ihm selbst, als auch der beteiligten Forstverwaltung zu gute kommen werden [70]).

IV. Aufbewahrung von Hölzern.

§ 27. Wenn wir auch mehrfach dem Anrücken der Hölzer zur Erleichterung des Verkaufes derselben das Wort geredet haben, so ist doch im allgemeinen unsere Ansicht, daß hierbei eine möglichst zeitige Verwertung derselben in das Auge gefaßt werden muß, damit die Forstverwaltung der Aufsicht und Verantwortlichkeit über die Hölzer bald überhoben ist und allenfallsige Verluste vermieden werden.

Ausnahmsweise kann jedoch auch die Aufbewahrung von Hölzern auf besonderen Magazinplätzen zur besseren Verwertung derselben nötig werden.

Es kann dieser Fall eintreten:

1) wenn ein durch außergewöhnliche Umstände herbeigeführter, den laufenden Verbrauch weit übersteigender Vorrat vorhanden sein sollte und man die Preise nicht herabsetzen wollte, was namentlich in Jahren ungewöhnlicher Anfälle z. B. nach Windbruchbeschädigungen, Insektenverheerungen vorkommen kann, sowie

2) wenn zur Versorgung weit vom Wald abgelegener Verbrauchsplätze, z. B. größerer Städte, und hier insbesondere zur Deckung des Bedarfs von Behörden und öffentlichen Anstalten Vorratsplätze unterhalten werden müssen.

Ausnahmsweise mag die Magazinierung kleinerer Quantitäten Brennholz für Notfälle (z. B. strenge Winter) in Betracht kommen, auch könnte man vielleicht Depots für kleine Nutz- und Geschirrhölzer anlegen.

Man sollte im allgemeinen die Aufstapelung auf solche Holzarten und Sorten beschränken, welche sich gut halten und nicht leicht verstocken. Vor allem sind trockene, luftige, freie Plätze zu wählen, womöglich etwas erhaben und geneigt, dabei der Zu- und Abfuhre jederzeit zugänglich und gegen Entwendung möglichst geschützt, zum mindesten leicht in Aufsicht zu erhalten. Sind derartige Aufstapelungsplätze ständig, so nennt man sie, namentlich soweit es sich um Brennhölzer handelt, wohl auch Holzgärten.

---

70) Vergl. Weber in F. Cbl. 1883. S. 1 ff. Ueber die Bedeutung einiger Holz verarbeitenden Industriezweige.

Eine Aufbewahrung von Hölzern im Wasser findet auf manchen Sägewerken statt, wo sich dieselbe namentlich für Kiefernhölzer empfiehlt, indem dieselben im Wasser nicht leicht jene blaue Farbe annehmen, welche sich bei Aufbewahrung zu Lande leicht einstellt und das Aussehen der zu gewinnenden Schnittware beeinträchtigt. Ueberhaupt hat die Aufbewahrung von Langnutzholz unter Wasser den Vorteil, daß dem Aufreißen des Holzes vorgebeugt und dasselbe gut konserviert wird; am Rhein kommt es vielfach vor, daß ganze Gebunde geflößter Stammhölzer Jahre hindurch ohne jeden Nachteil für ihre spätere Verwendungsfähigkeit im Wasser aufbewahrt werden. Auch im Walde ist mit Erfolg der Versuch gemacht worden, solche Nadelholzstämme, welche nicht augenblicklich nach ihrem Anfall verkäuflich waren, im Wasser zu magazinieren [71]).

Bei der Aufbewahrung zu Lande hat man darauf zu sehen, daß Stammhölzer stets auf Unterlagen zu liegen kommen; man wird zweckmäßig schon mit der Aufstapelung eine gewisse Sortierung der verschiedenen Stärken und Qualitäten verbinden; einzelne besonders wertvolle Stämme legt man für sich, im übrigen bildet man Haufen, wie sie für die Verwertung zweckmäßig erscheinen. Bei Nadelhölzern ist zur besseren Konservierung sowie zum Schutz gegen Insektenangriffe vorgängige Entrindung zu empfehlen. Kleinere Nutzhölzer bewahrt man am besten in Schuppen auf.

Brennhölzer, welche das Hauptobjekt der Aufbewahrung zu bilden pflegen, gelangen vielfach durch Wassertransport (Trift oder Flößerei) an die Aufbewahrungsorte; hier ist besonders auf die Gewinnung von solchen Lagerplätzen zu sehen, welche hinlänglich hoch über dem Niveau des Hochwassers liegen. Brennhölzer läßt man, sie mögen nun zu Wasser oder zu Lande an die Magazinplätze transportiert worden sein, stets so aufschichten, daß die Stöße in langen geraden Fluchten parallel mit dem herrschenden Luftzug stehen, sodaß dieser letztere die Zwischenräume durchstreichen kann. Man gibt den Stößen Unterlagen von Holzscheiten, sodaß die eigentliche Holzreihe vom Boden isoliert ist, läßt zwischen den Reihen immer 1 Meter Zwischenraum und gibt ihnen eine Höhe von 2—3 Meter, damit die Fläche des Magazinplatzes möglichst ausgenutzt wird.

Prügelhölzer werden, damit sie leicht austrocknen und nicht verstocken, möglichst aufgespalten.

Auf großen Holzlagerplätzen hat man noch besondere Aufstapelungsmethoden, vermittelst deren nicht allein eine besondere das Austrocknen befördernde Schichtung der unteren Lagen der Scheite durch schräge Anordnung derselben, sondern auch eine Art Bedachung mit schief gelegten Scheiten zur Ableitung des Regenwassers durchgeführt wird. Diese Methoden lassen sich ohne Zeichnung schwer beschreiben, kommen übrigens auch nur selten vor [72]).

Besondere Vorsicht ist der Aufbewahrung ungewöhnlich großer Anfälle von Nutz- und Brennhölzern nach vorgekommenen Kalamitäten, insbesondere Windbrüchen, Insektenverheerungen (Borkenkäfer- oder Raupenfraß) zu widmen, da derartige Hölzer, insbesondere die durch Insektenverheerungen zum Absterben gebrachten, leicht verstocken.

Nutzhölzer sind hier stets sofort entrinden, nötigenfalls etwas beschlagen zu lassen, Brennhölzer spaltet man alsbald auf, befreit sie ebenfalls von der Rinde und setzt dieselben nicht eher in Stöße, als bis sie durch den Einfluß der Luft abgetrocknet sind.

Das minderwertige Reißig bringt bei der Magazinierung selten Gewinn; die letztere ist vielmehr meist mit Verlust verbunden, da die Güte des Materials schnell zurückgeht, in der Regel nochmaliges Festbinden der Wellen nötig wird und dadurch besondere Unkosten entstehen.

---

71) Wimmenauer in A. F. u. J.Z. 1878. S. 443.

72) Zu näherer Information vergleiche man: Die Holzbringungsmittel in den Kgl. Bayerischen Salinenwaldungen, herausgegeben vom Kgl. Bayer. Ministerial-Forstbüreau 1860. S. 126.

16*

V. Gewinnung und Aufbewahrung der Holzsämereien.

§ 28. **Benutzungsart.** Die Hauptbedeutung der Holzsamen liegt in heutiger Zeit nicht mehr in ihrer Verwendung zur Viehfütterung, welche früher namentlich als Mast eine große Rolle spielte; die vorwiegende Benutzung desselben erfolgt gegenwärtig zu den Zwecken der künstlichen Waldzucht, für welche die Holzsämereien, insbesondere die Samen der Nadelhölzer Handelsartikel geworden sind, mit deren Gewinnung und Verwertung eine eigene Industrie, der Betrieb der Samenklenganstalten, in Verbindung steht, welcher an manchen Orten, (z. B. im Großherzogthum Hessen, in Bayern, am Thüringer Wald ꝛc.) eine nicht unbedeutende Anzahl von Menschen ernährt.

Nadelholzsamen gewinnt man mittelst Einsammlung der Zapfen nach eingetretener Reife und vor dem Ausfliegen des Samens. Man wird seitens der Forstverwaltung in der Regel Nadelholzzapfen nicht selbst sammeln lassen, sondern zuverlässigen Leuten das Geschäft des Sammelns behufs des Verkaufs der Zapfen an Samenklenganstalten oder zur Ablieferung an Samendarren, die auf Rechnung des Waldeigentümers betrieben werden, gegen Entrichtung eines gewissen Entgeltes überlassen.

Bei Laubholzsämereien gewährt man in ähnlicher Weise die Erlaubnis zum Sammeln, öfters jedoch auch gegen Ablieferung eines bestimmten Quantums des zu sammelnden Materials, um so mehr, als die Forstverwaltungen solche Laubholzsamen, die für Kulturzwecke von ihnen gebraucht werden, am liebsten aus dem eigenen Bezirk sich beschaffen da sie hier größere Sicherheit für Erlangung besten Saatgutes haben, als bei Bezug aus Samenhandlungen. Besonders gilt dies bei Eicheln, wenn man, was für das Bergland stets ins Auge gefaßt werden sollte, sicher sein will, Traubeneicheln und nicht Früchte der Stiel- oder Zerreiche zu erhalten.

Die Gewinnung des Nadelholzsamens für Rechnung des Forstbesitzers in dessen eigenen Anstalten (Samendarren) war früher allgemein üblich, während man heute den Ankauf aus Samenhandlungen vielfach bevorzugt, da man infolge des Vorhandenseins ausreichender Konkurrenz den Samen billig und gut erhält. In Preußen hat man bis jetzt an dem Prinzip der Selbstgewinnung des Nadelholzsamens wenigstens für Kiefer und Fichte zu Kulturzwecken festgehalten, und es bestehen für Gewinnung von Kiefernsamen noch 57 fiskalische Darren, deren Produktion 1884/85 auf ca. 88000 Kilo Samen angegeben wird. Für Gewinnung von Fichtensamen ist eine Darre in Westerhof am Harz vorhanden. In anderen Staaten ist man von der Gewinnung des Nadelholzsamens in ärarialischen Darranstalten mehr und mehr abgekommen, so z. B. in Bayern nahezu völlig; in Oberfranken besteht noch eine Kiefernsamendarre in Bamberg, sowie eine Fichtensamenklenganstalt im Fichtelgebirg.

§ 29. **Ernte.** Von wesentlichem Einfluß auf die Güte des Holzsamens, insoweit derselbe zur Holzzucht benützt werden soll, ist die Beobachtung der Regel, daß man nur reife Samen und zwar nur von normal und kräftig erwachsenen, gesunden, nicht zu jugendlichen, aber auch nicht überalten Stammindividuen einsammeln läßt, da man außerdem auf reichliche und kräftige Pflanzen nach der Aussaat nicht immer rechnen kann [73]).

---

73) Nach Nobbe, Handbuch der Samenkunde, ist die Möglichkeit einer Vererbung gewisser Eigentümlichkeiten, z. B. Drehwüchsigkeit bei Kiefern nicht unwahrscheinlich; hingegen soll ein zufälliger, später entstandener Wuchsfehler oder ein kümmerliches Wachstum des Baumes auf armem Boden kein Hindernis für die Erzeugung gesunder und schöner Stämme sein. Zur Vorbeugung gegen die Schütte legt man Gewicht auf Gewinnung härteren nordischen Kiefernsamens. Bei der Lärchenkrankheit wird nach Bernhardt (Z. f. F. u. J. 1874. S. 232) der Ort der Samenerzeugung als einflußlos auf das spätere Verhalten der Bestände bezeichnet. Hingegen scheint nach Burckhardt (Säen und Pflanzen 4. Aufl. S. 402) zur sicheren Erziehung geradwüchsiger Lärchenstämme die besonders sorgfältige Auswahl des Saatgutes sich zu empfehlen. — Interessant ist es, zu hören, daß aus Samen der die sog. „scheppe Allee“ bei Darmstadt bildenden Kiefern, welche

Die Reifezeit der meisten Laubholzsamen, insbesondere der Eicheln und Bucheln, ebenso des Hainbuchen-, Erlen-, Eschen- und Ahornsamens ist zu Ende September, oder Anfang Oktober; der Ulmensamen reift schon im Mai oder Juni, Birkensamen im Juli und August. Hiernach richtet sich die Zeit des Einsammelns.

Tannenzapfen werden zeitig im Oktober gesammelt, da der Same bald nach der Reife schon im Vorwinter ausfliegt, Fichten- und Kiefernzapfen — (letztere reifen erst im 2. Herbst nach dem Blütejahr) — vom November bis zum Frühjahr; Lärchensamen klengt sich leichter aus, wenn die Zapfen erst einige Zeit der Winterkälte ausgesetzt waren; man sammelt die Zapfen daher nicht vor Februar, Weymouthskiefernzapfen hingegen bricht man schon im September, da sich die Schuppen zeitig öffnen und die Körner bald ausfliegen.

Die Art des Einsammelns ist bei den verschiedenen Holzgattungen abweichend: Während man bei einzelnen derselben, Eichen, Buchen, den natürlichen Abfall der Samen abwartet und diese letzteren vom Boden aufliest, wendet man bei anderen das Besteigen der Bäume an, um die Samen zu erlangen und hat in diesem Falle wiederum verschiedene Methoden, indem man bei einzelnen Holzarten die Früchte, bezw. Zapfen abbrechen oder abstreifen, oder, wie z. B. bei der Buche auch das sog. Klopfen in Anwendung bringen läßt, wobei durch Schlagen auf die Aeste mittelst Aexten die Früchte zum Abfallen gebracht und auf untergelegten Tüchern aufgefangen werden. Das Abbrechen oder Abstoßen ganzer Zweige mit den anhängenden Samen findet bei Erlen, wohl auch bei Eschen und Hainbuchen, Birken, Ulmen statt. Diese Sämereien sind nämlich so leicht, daß sie beim Abstreifen nicht senkrecht unter den Stamm fallen, sondern ziemlich weit von demselben fortfliegen würden. Sollen daher keine Zweige abgestoßen oder abgebrochen werden, so ist es nötig, daß der Sammler, welcher die Bäume besteigt, die Samen alsbald in einem, auf dem Rücken zu tragenden Sack unterbringt. Stehen samentragende Roterlen an Gewässern, so ist es öfters nötig, den abgefallenen Samen aus dem Wasser auffischen zu lassen; zweckmäßig staut man ihn unter Umständen durch Einlegen von Faschinen auf.

Bei der Gewinnung der Nadelholzzapfen ist, soweit man nicht dieselben bei Winterfällung von gefällten Stämmen abnehmen kann, vorheriges Besteigen der Bäume mittelst Leitern und Steigeisen und Abbrechen oder Abstoßen der Zapfen durch einen, mit einem Haken und einer meiselartigen Spitze versehenen Stab nötig. Die Zapfen werden unter den Bäumen aufgelesen.

Die Regeln für die Gewinnung der Samen der einzelnen Holzarten lassen sich hiernach etwa folgendermaßen angeben:

Eicheln läßt man nach deren Abfall auflesen; da die schadhaften und wurmstichigen Samen zuerst abzufallen pflegen, so wartet man mit dem Sammeln bis das Abfallen schon etwas allgemeiner ist, sodaß man in die Lage gesetzt wird, die besten, d. h. schönsten und vollkommensten Früchte auswählen zu können. Man läßt, damit sich dieselben nicht erhitzen und zu keimen beginnen, nur an trockenen Tagen sammeln, wartet auch des Morgens damit, bis der Tau abgetrocknet ist.

Bucheln kann man in ähnlicher Weise auflesen lassen, doch fördert dies weniger; deshalb läßt man wohl auch die Bäume besteigen und durch das schon erwähnte Anklopfen der Aeste die Bucheln zum Abfallen bringen. Endlich hat man bei dieser Holzart noch die Methode des Kehrens nach erfolgtem Abfall, wobei jedoch das Laub mitgekehrt wird, weshalb man diese Art der Ernte in den Schlägen wegen der Entblösung und Vertrock-

---

sich durch besondere, geradezu bizarre Schiefe des Wuchses auszeichnen, ganz gerade wachsender Nachwuchs erzogen wurde. — Dagegen soll nach Burckhardt (a. a. O. S. 393) die durch widersinnige Stamm- und Astverbiegungen ausgezeichnete „Süntelbuche“ meistens wieder ähnliche Formen hervorbringen; ebenso behauptet Dr. Kienitz die Erblichkeit der Zwieselbildung bei Buchen. (s. F.Bl. 1887 S. 129 ff. „Ueber Zwieselbildung der Buche“.)

nung des Bodens nicht gerne gestattet. Durch Wurfen wie beim Getreide werden die Bucheln vor der Aufbewahrung, bezw. Aussaat von dem Laub, sowie den tauben Körnern gesondert.

Hainbuchensamen sammelt man entweder durch Abpflücken der Samenbüschel oder durch Abklopfen des Samens bei windstillem Wetter. Von den Flügeln wird er durch Reiben und Sieben oder Wurfen befreit.

Birkensamen gewinnt man am besten durch Abschneiden der Zweige, welche man alsdann in Büscheln aufhängt und trocknet, worauf die Samen aus den Zäpfchen durch Abklopfen der Büschel gewonnen werden.

Ahorn- und Eschensamen, welcher im Oktober und November abfliegt, wird entweder durch Abbrechen von Zweigen oder Abstreifen des Samens von den Aesten nach Besteigung der Bäume gesammelt; auch kann man ihn klopfen und auf untergehaltenen Tüchern auffangen lassen.

Ulmensamen, welcher (ebenso wie Samen von Pappeln und Weiden) schon Ende Mai oder Anfang Juni reift, sammelt man zu Anfang Juni durch Abstreifen von den Zweigen, seltener durch Klopfen.

Erlensamen gewinnt man durch Abpflücken im Herbst, auch durch Auffischen des Samens auf Gewässern im Frühjahr.

Die sämtlichen Nadelholzsamen sammelt man je nach der Zeit der Reife (bei Weymouthskiefern im September, Weißtannen im Oktober, Fichten und Kiefern vom November bis zum Frühjahr, Lärchen Ausgangs des Winters) durch Abbrechen der Zapfen, aus denen der Same in besonderen Anstalten gewonnen wird.

§ 30. **Gewinnung der Nadelholzsamen.** (**Klenganstalten**[74]). Am einfachsten ist das Ausklengen des Weißtannensamens, da sich die Zapfen hier schon bei einem mäßigen Grad von Wärme öffnen. Man breitet dieselben auf luftigen Böden aus, stößt sie täglich öfters mit Rechen um, sodaß sie zerfallen und Schuppen nebst Samen sich von den Spindeln der Zapfen lösen[75]); auch kann man die Zapfen einer mäßigen Erwärmung aussetzen, um jenes Zerfallen derselben zu beschleunigen. Durch Sieben trennt man die Samenkörner von den Schuppen, befreit hiernach mittelst Reiben die Körner von den anhaftenden Flügeln und reinigt den Samen durch Wurfen. Wo Tannensamen zum Selbstgebrauch von Forstverwaltungen gewonnen wird, ist das Abflügeln unnötig.

Auch bei Weymouthskiefernzapfen bedarf es keines besonderen künstlichen Klengprozesses, da der Same bald nach der Reife von selbst ausfällt. Die Entleerung der Zapfen wird durch Umstoßen derselben mittelst Rechen befördert.

Kiefern-, Fichten- und Lärchenzapfen bedürfen zu ihrer Oeffnung einen höheren Grad von Wärme als Weißtannen- und Weymouthskiefernzapfen; es sind deshalb besondere Vorrichtungen nötig, um die Wärme auf dieselben entsprechend einwirken zu lassen.

Diese Anstalten nennt man Samendarren oder Samenklenganstalten. Aus der Thätigkeit des Samenklengens hat sich eine eigene Industrie entwickelt, die stellenweise den Charakter des Großbetriebes zeigt und sehr bedeutende Etablissements aufzuweisen hat, die hohe Werte repräsentieren und beträchtliche Betriebsmittel beanspruchen.

Den besten Samen gewinnt man, wenn das Ausklengen, ebenso wie dies in der Natur erfolgt, durch die Sonnenwärme besorgt wird (Sonnendarren). Burckhardt führt in „Säen und Pflanzen" an, daß man von Sonnensamen kaum $^{2}/_{3}$ der gewöhnlichen Einsaat gebrauche. Diese Methode ist uralt und wird schon in Döbels Jägerpraktika beschrieben, wo die Bezeichnung „Buberte" für Sonnendarre vorkommt.

---

74) Vergl. die Behandlung des betr. Abschnittes in Gayers Forstbenutzung 6. Aufl. S. 636.
75) F. Cbl. 1883. S. 311. Gewinnung und Aufbewahrung von Tannensamen.

Die Einrichtung ist in Kürze folgendermaßen zu beschreiben:

An der Südwand eines Gebäudes errichtet man ein Gerüst mit Wetterdach, unter welchem Horden, mit Zapfen gefüllt, etagenweise und in einem solchen Höhenabstand übereinandergestellt werden, daß die Sonnenstrahlen auch die hintersten Zapfen einer Horde immer noch treffen müssen. Unter die untersten Horden bringt man einen Schubkasten mit Leinwandboden an, damit etwaiges Regenwasser durchdringen und der auf der Leinwand liegende Samen alsbald wieder abtrocknen kann. Auf die Horden schüttet man Zapfen, wendet dieselben bei Sonnenschein öfters um, damit die Samenkörner ausfallen. Dieselben gelangen durch die Gitterböden der Horden von der obersten bis zur untersten hindurch und sammeln sich schließlich in dem, unten angebrachten Schubkasten. Sind die Zapfen auf diese Weise so weit als möglich entleert, so werden sie noch in einen hohlen, faßartigen Zylinder, das sog. „Leierfaß", gebracht und in demselben durch Umdrehen so lange erschüttert, bis der Same durch diese Bewegung vollständig ausgefallen ist.

Statt dieser Horden hat man wohl auch mit Deckeln versehene Kasten, welche schräg gegen die Sonne geneigt aufgestellt werden, in Anwendung gebracht. Diese Deckel, inwendig mit weißer Oelfarbe gestrichen, haben den Zweck, bei Regenwetter die Kasten zu verschließen, hingegen in geöffnetem Zustand bei entsprechend schräger Stellung die Sonnenstrahlen zu reflektieren und auf die Zapfen zu werfen.

Das Oeffnen und Schließen des Deckels wird erleichtert durch eine an demselben angebrachte Schnur, welche über eine hinter dem Kasten an einem Pfosten befindliche Rolle läuft und am herabhängenden Ende mit einem Gewicht beschwert ist, durch dessen Bewegung der Deckel gesenkt oder gehoben werden kann.

Diese Sonnendarren sind heute nur noch selten im Gebrauch, da das Ausklengen des Samens mittelst derselben zu langsam von statten geht und zu sehr von den Witterungseinflüssen abhängig ist.

Am gebräuchlichsten sind Feuerdarren. Im Kleinen findet das Ausklengen von Nadelholzzapfen wohl durch Auflegen von Horden auf gewöhnliche Stubenöfen bei kleinen Privatwaldbesitzern oder Kleinhändlern statt; beim Großbetrieb hat man besonders eingerichtete, öfters geradezu großartige massive Gebäude, deren Einrichtung nachstehend kurz dargestellt werden soll:

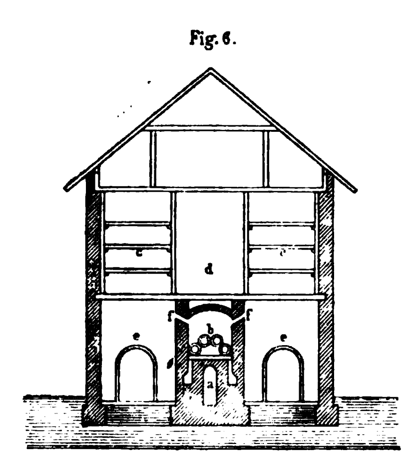
Die in den preußischen staatlichen Klenganstalten herrschende Einrichtung, konstruiert nach dem vom Oberbaurat Eytelwein angegebenen System[76]), als dessen Typus die im Forstgarten zu Eberswalde 1837 von Eytelwein erbaute Samendarre gelten kann, besteht darin, daß über einer Feuerung sich eiserne Röhren befinden, welche die umgebende Luft stark erhitzen. Diese heiße Luft wird nun durch verschließbare Oeffnungen unter die Darrhorden, die sich eine Etage höher in der sog. Darrstube zu beiden Seiten des Feuerungsraumes, also nicht direkt oberhalb desselben, auf hölzernen Gerüsten aufgestellt befinden, geleitet. Die Gerüste sind seitwärts durch Läden verschließbar, sodaß die heiße Luft nicht entweichen kann, sondern möglichst auf die in den Horden liegenden Zapfen einwirken muß.

Die Zapfen werden fleißig umgedreht und durchrüttelt, sodaß der Same ausfällt; derselbe fällt von Horde zu Horde und kommt schließlich in Kühlkammern mit steingeplattetem Boden, in welche nach Bedürfnis kalte Luft zugeführt wird.

Nachstehender Durchschnitt einer solchen Anlage mag die vorstehende Beschreibung erläutern:

---

76) Z. f. F. u. J. 1885. S. 536. Die Gewinnung des Kiefernsamens in den preußischen fiskalischen Darranstalten von Forstmeister Schliedmann.



a. Feuerung. b. Heizröhren. c. c. Gerüste mit Horden. d. Gang. e. Kühlkammern. ff. Kanäle zur Leitung d. heißen Luft.

Bei anderen Klenganstalten sind die Hordengerüste mit den Zapfen unmittelbar oberhalb der Feuerung aufgestellt; die Horden werden hier meistens nicht zum Behuf des Herausfallens des Samens gerüttelt, sondern nach erfolgtem Aufspringen der Zapfen ausgezogen und in einem, mit Gitterboden versehenen Raum entleert, wo das Ausfallen des Samens durch Umrechen bewirkt wird. Um die letzten Körner aus den Zapfen zu entfernen, bringt man letztere wohl auch noch in ein zylinderförmiges Leierfaß, sog. Triller, in welchem sie durchrüttelt werden, indem der Triller (bei größeren Anstalten mittelst Dampfbetrieb) in rotierende Bewegung gesetzt wird. Derselbe ist von Eisendraht und mit Siebwandungen versehen, sodaß die Zapfen nicht, wohl aber die Samenkörner durch die Mantelfläche hindurchfallen können. Eine schräg geneigte Aufstellung des Trillers veranlaßt das Herausgleiten der leeren Zapfen in einen Seitenraum.

Anstatt der ausziehbaren Horden hat man auch solche Einrichtungen, bei welchen dieselben zum Behuf der Entleerung nicht entfernt werden, sodaß das Ausfallen des Samens durch Umrechen der Zapfen bewirkt werden muß, wobei der Same in die im untersten Geschoß befindlichen Samenkammern fällt, woselbst er auf kühlem Steinboden durch hinzuströmende kalte Luft abgekühlt wird.

Anstatt der Aufschüttung der Zapfen auf Horden ist auch die Einfüllung derselben in hölzerne gitterartige Zylinder, welche mit eisernen Reifen umgeben sind, oder in Drahttrommeln in Gebrauch. Diese Trommeln werden durch Kurbeln nach Art der Kaffeebrenner von Zeit zu Zeit gedreht, der Same entfällt in Sammelkanäle und wird aus diesen ausgezogen. Diese öftere Drehung der Zylinder scheint das Klenggeschäft zu fördern. Nach Burckhardt war man in Westerhof mit einer solchen Einrichtung für das Ausklengen der Fichtenzapfen zufrieden, während in Schwerin vergleichende Untersuchungen bei der Kiefer mehr für Horden- als Zylinderdarren sprachen.

Neben der bisher erwähnten Art des Klengens der Nadelholzzapfen durch Anwendung heißer Luft ist nun noch derjenigen Methode zu gedenken, welche statt dessen Dampfheizung benutzt. Dieses System gelangte 1866 zuerst in der Klenganstalt von Heinrich Keller Sohn in Darmstadt und zwar auf Anregung des Oberforstraths Braun zur Anwendung; neuerdings ist Dampfheizung auch in dem Etablissement von Konrad Appel in Darmstadt zum Teil eingeführt. Der außerhalb des Klenggebäudes im Dampfkessel erzeugte Wasserdampf wird in einem System vielfach hin und her geführter eiserner Röhren unter die Horden geleitet. Die Leitung mündet zur Abführung des kondensierten Wassers schließlich wieder in den Dampfkessel aus.

Die Dampfheizung hat gegenüber der Luftheizung den Vorzug, daß die Feuersgefahr vermindert wird und daß sich der zum Aufspringen der Zapfen erforderliche Temperaturgrad rascher erzielen läßt, sodaß der Klengprozeß eine Abkürzung erfährt. Man nimmt an, daß hierdurch die Keimfähigkeit der gewonnenen Samen besser erhalten bleibt, als bei Gewinnung derselben in Feuerdarren; in der That ist es wohl einleuchtend, daß ein rasches Ausklengen der Zapfen die für gute Keimfähigkeit des Samens und die Widerstandsfähigkeit der jungen Pflanzen wichtige Erhaltung der ätherischen Oele sichert.

Ganz allgemein gilt daher die Regel, daß der Same der Hitze nur kurze Zeit aus-

gesetzt bleiben darf und möglichst rasch zur Abkühlung gelangen muß. Eine kurze intensive Hitze, selbst von 40° R., welche die Zapfen schnell zum Aufspringen bringt, ist daher vorteilhafter, als eine niedrigere, aber länger auf den Samen wirkende Hitze von einigen 30° R. Wesentlich ist auch bei allen Darranstalten das Vorhandensein von Zugvorrichtungen, welche, nachdem sich die Zapfen geöffnet, die heiße Luft entführen und der äußeren kalten Luft zur allmählichen Abkühlung Eingang verschaffen.

Während man seitens einzelner Autoren es für wichtig hält, die Zapfen in vorgetrocknetem Zustand auf die Horden zu bringen, weshalb man empfiehlt, dieselben einige Zeit in dem, über den Darrräumen befindlichen Boden aufzuschütten, anstatt sie direkt aus kühlen Aufbewahrungsorten (Schuppen) zu entnehmen, sind erfahrene Klenganstaltsbesitzer, z. B. Appel in Darmstadt der Ansicht, daß die grün, d. h. frisch und kalt auf die Horden gebrachten Zapfen besser aufspringen, als solche die schon vorgewärmt waren. Sollten die Zapfen, wie dies bei feuchtem Spätherbstwetter öfters vorkommt, naß eingebracht werden, so sind dieselben anfangs auf den Horden einer größeren Wärme auszusetzen, als dies sonst der Fall sein würde, aber nur so lange bis die Feuchtigkeit verdampft ist, worauf die Temperatur auf den normalen Stand ermäßigt wird.

Hauptsache ist beim Klengbetrieb, daß die Zapfen nicht zu früh und womöglich nicht bei feuchter Witterung gesammelt sind, daß vielmehr auf dieselben vor dem Abpflücken schon einige Fröste eingewirkt haben, und dadurch der größte Teil der Feuchtigkeit entwichen ist. Allerdings ist nach Nobbe (Handbuch der Samenkunde) zu befürchten, daß bei einer solchen späten Ernte der Zapfen das beste Saatmaterial unzweifelhaft schon ausgeflogen ist.

Die Heizung der Klenganstalten erfolgt in den meisten Fällen mit den entleerten Zapfen; in den Darmstädter Etablissements feuert man jedoch mit Kohle, da sich hiermit die Wärme besser regulieren läßt. Ein regelmäßiger Absatz der ausgeklengten Zapfen durch Verkauf zur Feuerung in Haushaltungen ist andererseits bei der Größe der Stadt leicht zu erreichen. Bei Zapfenheizung muß mit kleinen Quantitäten, aber um so öfterem Nachfüllen die nötige Hitze erreicht werden. Der Zeitraum des Ausklengens der Zapfen beträgt je nach dem Grade der Reife (durchfrorene Zapfen springen, wie bereits erwähnt, besser auf) 8—15 Stunden. Wird Tag und Nacht geklengt, sodaß die Darre nicht erkaltet, so geht der Klengprozeß verhältnismäßig am raschesten von statten. Fichtenzapfen lassen sich schneller ausklengen als Kiefernzapfen.

In allen Samenhandlungen ist das Entflügeln des Samens unerläßlich, weil die Verpackung und der Transport erleichtert wird, auch der entflügelte Samen sich in seiner Qualität besser beurteilen läßt, als der geflügelte. Die sonst noch geltend gemachten Argumente, daß bei der Aussaat eine leichtere Verteilung bewirkt und der Same den ihm nachstellenden Vögeln weniger leicht sichtbar gemacht werde, erscheinen von zweifelhafter Bedeutung.

Bei Kiefern- und Fichtensamen ist die Entflügelung einfach, da hier die Körner mit den Flügeln nur leicht zusammenhängen (bei der Fichte löffelförmig, bei der Kiefer zangenförmig). Bei diesen beiden Holzarten geschieht das Entflügeln entweder auf trockenem, oder auf nassem Wege. Bei dem trockenen Entflügeln füllt man den Samen in Säcke, welche mit dem Dreschflegel bearbeitet und hierbei mehrmals gewendet und geschüttelt werden. Bei dem Entflügeln auf nassem Wege wird der Same flach auf geplattete Böden ausgebreitet, mittelst Gießkannen angebraust und, nachdem man ihn in diesem Zustand eine Nacht hat liegen lassen, mit ledernen Dreschflegel bearbeitet. Auch kann man das Entflügeln einfach durch Rütteln des Samens in Sieben, statt deren man in größeren Anstalten besondere Schüttelmaschinen verwendet, bewirken.

Das Reinigen des Samens von den abgelösten Flügeln erfolgt durch Werfen mit

Wurfschaufeln oder im Großen durch Behandlung auf Putzmaschinen, die nach Art der Getreidereinigungsmaschinen konstruiert sind, wobei Flügel und Staub fortgeweht werden und die reinen Körner, fertig zum Einfüllen in Säcke, in einen Kasten fallen.

§ 31. (Fortsetzung.) Gewinnung des Lärchensamens. Die Lärchenzapfen lassen sich durch Anwendung der Wärme nicht vollständig entklengen; höhere Hitzgrade bewirken ein Verkleben der Zapfen mit dem in denselben enthaltenen, durch die Wärme flüssig werdenden Terpentin. Es muß daher eine mechanische Zertrümmerung der Zapfen erfolgen, welche man durch Abreiben in Trommeln erreicht. In Tirol sollen zu diesem Zwecke einfache Mühlräder, an deren Wellen sich diese zylinderartigen Behälter befinden, in die Gebirgsbäche eingehängt werden. Einen solchen Zylinder nennt man dort „Bollert"; derselbe ist innen mit Nägeln und Stiften besetzt, welche das Zerreißen und Abreiben der Zapfen befördern.

In den größeren Klenganstalten benutzt man Dampfkraft zur Bewegung der Trommeln. Die innere Mantelfläche derselben ist entweder mit Leisten besetzt, sodaß sich die Zapfen sowohl an diesen, als auch an sich selbst abreiben können, oder es sind an der Welle Arme mit Rechen angebracht, durch welche ein stetiges Durcheinanderwerfen der Zapfen erfolgt. Die Mantelflächen der Trommeln sind siebartig durchlöchert, sodaß beim Rotieren ein Teil des Staubes durchfällt. Der auf solche Weise gewonnene Same muß von den anhaftenden Unreinigkeiten (Holz- und Schuppenteile, sowie Staub) mittelst großer Siebe- oder Schüttelvorrichtungen, oder in Putzmühlen befreit werden.

Eine Gewinnung des Lärchensamens durch Ausklengen in Sonnendarren beschreibt Burckhardt in „Säen und Pflanzen" (4. Aufl. S. 402) nach den Angaben des Oberförsters Krömmelbein in Varel im Oldenburgischen folgendermaßen:

Die Zapfen werden erst im Nachwinter gesammelt, damit der Frost auf Lösung des dieselben verschließenden Terpentins möglichst intensiv einwirken kann. Dieselben werden im März auf schräg an einer der Sonne ausgesetzten Wand aufgestellte Klengkasten gebracht und täglich mehrmals umgerührt. Die Kasten sind mit Gitterböden und unter diesen mit Schubladen versehen, in welche der Samen fällt; auch haben die Kasten Deckel zum Verschluß bei eintretendem Regenwetter. Ist ein Teil des Samens ausgefallen und wird die weitere Entleerung durch den Terpentin verhindert, so füllt man die Zapfen in einen Deckelkorb und stellt sie 24 Stunden unter Wasser, damit sie sich wieder ganz schließen, bringt sie hierauf abermals in den Klengkasten und setzt dieses Verfahren so lange fort, bis die Zapfen hinlänglich entleert sind. Das Reinigen des Samens erfolgt durch Sieben und Wurfen, nachdem die Flügel zwischen den Händen zerrieben sind.

Es ist einleuchtend, daß dieses, die Gewinnung besonders guten Samens garantierende Verfahren sich nur im Kleinbetrieb anwenden läßt.

§ 32. Zahlenangaben über die Klengresultate. Die Ausbeute an reinem Samen bei voller Ausklengung läßt sich folgendermaßen in Zahlen angeben:

1. Kiefer. 1 Hektoliter Zapfen wiegt, nach dem Frost gepflückt 50 kg, vor dem Frost gesammelt 60 kg und gibt 0,75—0,90 kg abgeflügelten Samen, bei guten Darrresultaten wohl auch 1 kg[77]). 1 Kilo Samen (ca. 150000 Körner) füllt etwa 2 Liter; auf 10 kg Flügelsamen kommen 7 kg abgeflügelter Samen.

2. Fichte. 1 Hektoliter Zapfen wiegt etwa 25—30 kg und gibt 1,2—1,9 kg reinen Samen. Auf 10 kg Flügelsamen kommen 6 kg Kornsamen. 1 kg Samen (ca. 120000 Körner) umfaßt 2,15 Liter.

3. Weißtanne. 1 Hektoliter Zapfen wiegt grün 25—30 kg und liefert 2—3 kg

77) Die Resultate des Betriebs der Preußischen fiskalischen Kiefernsamendarren weisen nach der Z. f. F. u. J., für die Jahrgänge 1880—85 folgende Zahlen auf: 0,91, 0,86, 0,86, 0,75, 0,85 kg Ausbeute pro Hektoliter.

reinen Samen. 1 kg Samen enthält ca. 24000 Körner, also bei weitem weniger als Kiefer und Fichte und umfaßt ca. 3,5 Liter.

4. Lärche. 1 Hektoliter Zapfen wiegt grün ca. 35 kg und gibt 2—3 kg abgeflügelten Samen. 1 kg Samen enthält ca. 120000 Körner (soviel als Fichtensamen) und umfaßt ca. 2 Liter. 1 kg Flügelsamen gibt 0,8 kg Kornsamen.

Die Kosten des Klengens sind schwer anzugeben; je nach der Art und Größe des Betriebs müssen dieselben variieren. In den preußischen fiskalischen Darren besteht die Einrichtung, daß für das in einer Darrkampagne über 500 kg gewonnene Samenquantum ein um 5—10 Pf. geringerer Lohn als für die ersten 500 kg gegeben wird, und daß bei einem Quantum von über 1000 kg eine weitere Ermäßigung des Darrlohns eintreten kann. Dieser Modus der Bezahlung wird übrigens von Fm. Schlieckmann a. a. O. insofern getadelt, als dabei der Darrmeister nur ein Interesse an der Gewinnung hoher Gewichtsmengen, ohne Rücksicht auf sorgfältige Ausbeutung der Zapfen und auf hohes Keimfähigkeitsprozent habe. Der Nachweisung der Ergebnisse des Betriebs dieser fiskalischen Darren pro 1884/85 (Z. f. F. und J. 1886, S. 411) entnehmen wir, daß 1 kg Samen auf 2,86 M. Selbstkosten gekommen ist; auf 1 Hektoliter Zapfen, welches im Mittel mit 2,16 M. bezahlt wurde, entfallen 0,85 kg Samen. Die Zapfen für 1 kg Samen stellten sich demnach auf 2,54 M., sodaß sich im Durchschnitt 32 Pfennige Klengkosten pro kg entziffern. Wenn man übrigens erwägt, daß im Frühjahr 1885 der Samenpreis für 1 kg Kiefern bei den Händlern sich auf 3,8—4 Mark stellte, wogegen durch Selbstgewinnung in den preußischen Darren 1 kg auf 2,86 Mark zu stehen kam, so bleibt die Differenz zu Gunsten des Selbstbetriebs selbst dann noch nicht unerheblich, wenn man für Verzinsung der Kosten der Samendarren und für Abnutzung derselben noch einen angemessenen Zuschlag macht.

§ 33. Aufbewahrung der Holzsamen. Aller auf längere oder kürzere Zeit aufzubewahrende Same muß einen angemessenen Grad von Trockenheit haben, den man durch Ablüften erzielt; das Aufbewahrungslokal muß trocken und kühl sein, Bodenräume haben den Nachteil, daß sie starken Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Eine zu weit gehende Entziehung der Frische kann die Keimkraft leicht vernichten, insbesondere bei Bucheln und Eicheln.

Da sich die Aufbewahrung der Samen nach ihrer Beschaffenheit und ihren Eigentümlichkeiten zu richten hat und hierbei die einzelnen Holzarten wesentliche Verschiedenheiten zeigen, so scheint es zweckmäßig, die Anleitung dazu nach den einzelnen Holzarten auseinanderzuhalten.

Eicheln. Soweit es immer thunlich ist und nicht etwa die Furcht vor Frühjahrsfrösten oder vor dem Aufzehren durch Mäuse, Sauen oder Hochwild im Wege steht, sucht man dieselben schon im Herbst zu säen, weil ihre Aufbewahrung bis zum nächsten Frühjahr infolge ihres hohen Wassergehaltes gefährlich ist und die Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln erfordert. Aufbewahrung auf Böden ist unter allen Umständen zu vermeiden, da hier sowohl der Frost als auch die Trockenheit schaden kann.

Am besten ist die Aufbewahrung nach v. Alemanns Verfahren in überdachten Gruben, die nach Art der, in manchen Gegenden üblichen Kartoffelmieten konstruiert werden: Eine 2½ m breite, 0,30 m tiefe Grube, deren Ränder durch Erdaushub seitwärts gegen das Eindringen des Regens erhöht sind, wird 20—30 cm hoch mit Eicheln, welche vorher gehörig abgelüftet sind, angefüllt; über dieselben bringt man eine leichte Bedachung von Rohr, Schilf ꝛc. an. Auf 1½—2 m Länge vom Ende der Grube bleibt dieselbe leer, damit die Eicheln unter Benutzung dieses Raumes von Zeit zu Zeit umgeschaufelt werden können; nach Beendigung des Umschaufelns muß am anderen Ende der Grube ein leerer Raum von gleicher Länge bleiben, von welchem aus ein weiteres Umschaufeln bewirkt wird. Bei Eintritt von stärkerem Frost werden die Giebelöffnungen des Daches verschlossen; bei

gelinderem Wetter ist für Luftlöcher zu sorgen. Einfacher, aber ebenfalls genügend, ist die Aufbewahrung kleinerer Quantitäten in kegelförmigen Haufen, welche mit Stroh oder Moos zu belegen und mit einer Strohkappe, ähnlich wie die Fruchtschober auf dem Felde zu bedecken sind. Auch kann man schichtenweise die Eicheln mit Laub oder Stroh abwechseln lassen. — Zeitige Aussaat empfiehlt sich wegen der früh eintretenden Keimung.

Bucheln sät man im Bergland, wo die Gefahr der Spätfröste weniger zu fürchten ist, am liebsten im Herbst; im Tiefland ist mit Rücksicht auf jene Gefahr Frühlingssaat angemessener. Die Aufbewahrung über Winter kann, da bei Bucheln wegen ihres Oelgehaltes die Frostgefahr nicht zu fürchten ist, auf Tennen, in Schuppen, in trockenen Kellern, selbst auf, gegen Luftzug (wegen des Austrocknens) geschützten Speichern erfolgen. Im letzteren Fall ist Bedecken mit Stroh immerhin zweckmäßig [78]). Aufbewahrung im Freien erfolgt zweckmäßig in Haufen mit Zwischenschichten von Stroh oder Moos, sowie Bedeckung mit Stroh. Im Gebirg mit zeitigem und anhaltenden Schneefall hat man mit Erfolg die Aufbewahrung unter einfacher Schneedecke bewerkstelligt.

Hainbuchen- und Eschensamen, welche beide vor dem Aufgehen ein Jahr überzuliegen pflegen, bewahrt man in grabenförmigen, 30 cm tiefen Vertiefungen, flach mit Erde bedeckt, bis zum Frühling des 2. Jahres, in welchem der Same nach der Saat alsbald aufgehen wird, auf.

Birkensamen ist schwer aufzubewahren, ohne seine Keimkraft einzubüßen; in Haufen erhitzt er sich leicht, weshalb man zunächst für gutes Ablüften sorgt, worauf man ihn auf dem Speicher flach aufschüttet.

Ahornsamen läßt sich leicht in Haufen oder noch besser alsbald in Säcken, die der Mäuse halber wohl auch frei aufgehängt werden, aufbewahren.

Erlensamen ist ähnlich dem Birkensamen zu behandeln.

Ulmensamen wird der Regel nach alsbald nach der Reife gesät, da er bei der Aufbewahrung fast stets verdirbt; eventuell müßte er auf luftigem Speicher, aber ja nicht in Säcken zusammengepreßt, aufbewahrt werden.

Tannensamen verliert beim Aufbewahren seine Keimkraft leicht; man hebt ihn daher mindestens mit den Schuppen auf, falls man ihn nicht in ganzen Zapfen den Winter über liegen lassen will.

Kiefern- und Fichten-, sowie Lärchensamen bewahren ihre Keimkraft ebenfalls am längsten bei Aufbewahrung die Zapfen. Außerdem empfiehlt sich das Belassen der Flügel an dem geklengten Samen. Von reinem Kornsamen hebt sich trocken entflügelter immer noch besser auf als naß entflügelter, welcher seine Keimkraft meist sehr bald einbüßt. Länger als 2—3 Jahre läßt sich jedoch kein Same aufbewahren, ohne fast ganz seine Keimfähigkeit zu verlieren. Man schüttet diese Samen am besten auf Speicherböden auf, wo dieselben von Zeit zu Zeit umgestochen werden. Auch wird Aufbewahrung in durchlöcherten Kisten empfohlen.

Wertvolle andere Sämereien, bei denen es sich meist nur um kleinere Quantitäten handelt, bewahrt man in Säcken auf, welche zum Schutz gegen Mäuse, sowie zum Behuf des Durchlüftens am besten aufgehängt werden.

78) Eine Aufbewahrung der Bucheln in geschlossenen Räumen durch Formierung eines mit Sand oder Meilererde gemischten Kegels beschreibt Eichhoff in Z. f. F. u. J. 1869 S. 215. Derselbe empfiehlt öfteres Anbrausen mit möglichst kaltem Wasser, wodurch die Frische bewahrt, aber die Keimung verzögert wird.

IX.

Die Forstbenutzung.

b. Die landwirtschaftlichen Nutzungen im Walde.

Von

Anton Bühler.

Litteratur: Cotta, Die Verbindung des Feldbaus mit dem Waldbau. 1819—22. Hundeshagen, Prüfung der Cottaischen Baumfeldwirtschaft. 1820. v. Klipstein, Der Waldfeldbau. 1850. Bernhardt, Haubergswirtschaft im Kreise Siegen. 1867. Verhandlungen der Forstversammlungen in Potsdam 1839, Brünn 1840, Darmstadt 1845, Freiburg 1846, Aschaffenburg 1847, Mainz 1849, Magdeburg 1850, Stuttgart 1855, Heidelberg 1860, Darmstadt 1886.

Walz, Waldstreu. 1850. Fraas, dto. 1856. Fischbach, Beseitigung der Waldstreunutzung. 1864. Heiß, Waldstreufrage. 1866. Bonhausen, Raubwirthschaft in den Waldungen. 1867. Ney, Die natürliche Bestimmung des Waldes und die Streunutzung. 1869. Ebermayer, Die gesammte Lehre der Waldstreu. 1876. Verhandlungen der F. in Karlsruhe 1838, Baden 1841, Darmstadt 1845, Mainz 1849, Passau 1851, Kempten 1856, Würzburg 1862. Funke, Zur landw. Taxation bei der Ablösung der auf Wäldern lastenden Weide- und Streurechte. Zeitschr. f. d. gesammte Staatswissenschaft. 31. Bd. Wolff, Aschen-Analysen 2c. II. Theil. 1880.

Einleitung.

§ 1. Die landwirtschaftlichen Nutzungen im Walde sind hier nur vom Gesichtspunkte der Forstbenutzung zu betrachten. Insofern sie von Servitutberechtigten ausgeübt werden, sind sie Gegenstand der Forstpolitik. Der Umstand, daß sie als Berechtigungen Dritter vom Waldeigentümer lästig empfunden werden, hat ihre richtige und objektive Würdigung vielfach beeinträchtigt. Hier soll ihr Nutzen und Schaden ohne die Nebenrücksicht der Ablösung oder sonstigen Beseitigung erörtert werden. Daraus müssen sich die Grundsätze für ihre Beurteilung als Servitutrechte von selbst ergeben.

1. Der Waldfeldbau.

§ 2. Der weitaus größte Teil des heutigen Kulturbodens war ursprünglich mit Wald bewachsen. Die ersten Ansiedler in einem Lande schlagen im Urwalde das Holz nieder, verbrennen dasselbe an Ort und Stelle und pflanzen auf dem so mit Asche bereicherten Boden ihre Feldfrüchte. Solange die Bevölkerung keine festen Wohnsitze hat, zieht sie an eine andere Stelle, sobald die Erträge ihr nicht mehr ergiebig genug scheinen, und kehrt nach 20, 25 oder mehr Jahren je nach den natürlichen Verhältnissen der Fruchtbarkeit wieder an die erste Stätte ihrer Thätigkeit zurück. Auch wenn sie seßhaft geworden

und den Boden in der Nähe der Niederlassung allmählich in einen Kulturboden umgewandelt hat, behält sie für die entlegenen Gelände das ursprüngliche System der Brandkultur bei. Die Nachrichten aller Geographen, ob sie Amerika, Asien, Afrika oder Australien beschreiben, geben ein ziemlich übereinstimmendes Bild der frühesten Bodenkultur. Selbst der Osten Europas birgt noch manche Berg- und Waldlandschaft in sich, in welcher diese Forstpolitik der ersten Ansiedler ihre naturgemäße Stelle findet.

Daß auch im Herzen Europas vor Jahrhunderten die Bodenbenützung denselben Entwicklungsgang genommen, ist durch ältere urkundliche Nachrichten für einzelne Gegenden sicher gestellt. Wo bestimmte Zeugnisse fehlen, haben die Flur- und Ortsnamen das Andenken an die Kulturthätigkeit unserer Altvordern aufbewahrt. Zahlreiche Orts-, Feld- und Waldnamen, welche die Worte brand, sang, schwende, schwand allein oder in Zusammensetzungen enthalten, überliefern uns die Kunde der ältesten Feldsysteme. Weit verbreiteter und zahlreicher sind die Ortsnamen, welche sich auf die Thätigkeit des Umbrechens und Bearbeitens des Bodens beziehen, die Namen auf rode, reute, rüti, rieti. Reuten, roden bedeutet heute noch das Umhacken („Reuthacke") des Bodens; ist es ein Waldboden, so schließt der Ausdruck das Ausgraben der Wurzeln in sich. Eine Reute anlegen oder machen bezeichnet heute noch in Süddeutschland und der Schweiz das Umgraben eines Stückes Waldboden und das Verbrennen (Motten, Mutten) des Wurzelwerks und Gestrüpps zum Zwecke der nachherigen, dauernden oder vorübergehenden landwirtschaftlichen Benutzung. Solche Felder heißen Reutfelder oder Reutinen; der Name erhält sich oft, auch wenn später die Fläche wieder zum Wald geschlagen wird; meist in Verbindung mit dem Namen dessen, der das Reuten vorgenommen hat (Bernhardsreute 2c.).

Der Name Reutfeld für Waldflächen, die abwechselnd dem Land- und Waldbau dienen, hat sich nur im Schwarzwald erhalten (Reutberg, Reutfeld). Im Odenwald und im westfälischen Kreise Siegen findet sich für die Verbindung des Feldbaus mit dem Niederwaldbetrieb, wobei die Stöcke und Wurzeln im Boden belassen werden müssen und nur der Raum zwischen denselben benützt werden kann, die Bezeichnung Hackwald, Hackfeld, Hauberg. Auch die Ausdrücke Rotland, Rottland, Röderland, sowie Wildfeld kommen vor. Feldbau auf Waldboden, Verbindung des Feldbaus mit dem Waldbau, landwirtschaftliche Zwischennutzung, Schiffelland (in der Eifel), Waldfeldbau sind weitere synonyme Bezeichnungen. Seit Mitte der 30er Jahre ist für die landwirtschaftliche Nutzung im Hochwalde in der forstlichen Litteratur der Ausdruck „Waldfeldbau" herrschend geworden, während für den Niederwald im Hessischen „Hackwaldwirtschaft", im Siegenschen „Haubergswirtschaft" üblich sind.

Diese Terminologie soll auch in dieser Abhandlung beibehalten werden. Da es aber an einem einfachen Ausdrucke für beide Arten der Nutzung fehlt, könnte man hiefür das Wort „Waldfeldbau im weiteren Sinne" wählen und unter „Waldfeldbau im engeren Sinne" die landwirtschaftliche Nutzung im Hochwalde verstehen.

Die Baumfeldwirtschaft im Sinne Cotta's bezeichnet, wenigstens im heutigen Sprachgebrauche, die Holzzucht auf den Feldern und Wiesen entweder durch weitständige Bepflanzung derselben oder durch Umsäumen des Randes mit Baumreihen zum Zwecke der Holzzucht. Einige Bedeutung vermochte dieses System nur in Böhmen zu gewinnen. Bei seiner Würdigung kommen die landwirtschaftlichen Gesichtspunkte in Betracht; es fällt daher die Besprechung nicht in den Rahmen dieses Buches.

Nach dem ursprünglichen Vorschlage Cotta's ist seine Baumfeldwirtschaft eine Kombination von Waldfeldbau und Hackwaldwirtschaft. Nach dem Hiebe und dem Roden der Stöcke sollte einige Jahre die Fläche wie gewöhnliches Ackerland benutzt werden (Waldfeldbau, Röderlandbetrieb); dann wird sie bepflanzt und zwischen den Reihen solange Feldbau getrieben, bis das Holz durch seine Größe hinderlich wird (Hackwaldbetrieb). Feldbau

zwischen den Hochwaldreihen bezeichnet man jetzt mit dem Ausdruck „landwirtschaftlicher Zwischenbau"; seine Dauer ist aber von vornherein bestimmt und nicht vom Schlusse des Bestandes abhängig.

§ 3. Der Waldfeldbau im weiteren Sinne — d. h. incl. der Hackwald- und Reutfeldwirtschaft — ist ursprünglich aus dem Bedürfnis der Bevölkerung an Nahrungsmitteln hervorgegangen und hat sich in manchen Gebieten Jahrhunderte lang — so die Hackwald- und Haubergswirtschaft seit dem 15. und 16. Jahrhundert — in der früheren Form erhalten. In andere Gebiete ist er von den Forstwirten verpflanzt worden. Nicht überall ist seine Einführung von Dauer gewesen, sei es, daß die Fruchtbarkeit des Bodens ihn weniger einträglich und für die Holzkultur schädlich erscheinen ließ, sei es, daß die ökonomischen Bedürfnisse der Gegend seine Rentabilität in Frage stellten.

Daß nach der Besiedlung des Landes, mit welcher die hauptsächlichsten Rodungen verbunden waren, noch fortwährend Urbarmachungen kleinerer Flächen stattfanden, ergibt sich aus den hiefür zu entrichtenden Abgaben, die ursprünglich als sog. Reut- oder Novalzehnten der Kirche zufielen, bezw. einen Teil des Pfarreinkommens bildeten. Vielfache Streitigkeiten zwischen den Grundherrn und den Inhabern der Pfarrpfründen geben Zeugnis, daß diese Rodungen bis auf unsere Tage fortgesetzt wurden. Die Forstordnungen des 16. und 17. Jahrhunderts enthalten mehrfache Bestimmungen gegen das Roden, d. h. die dauernde Urbarisierung des Landes, wie man gewöhnlich annimmt. Daß aber manchmal auch die vorübergehende landwirtschaftliche Benutzung wenigstens mit darunter begriffen sein könnte, ergibt sich aus folgendem. Die Forstordnung für die Grafschaft Hanau-Münzenberg von 1736 [1]) (Kapitel 3, § 14) erwähnt, daß einige, welche Erlaubnis zur Rodung erhalten haben, „das Land, wann sie es einige Jahre gebauet und die Geilung herausgezogen haben, wieder liegen lassen", dadurch gerate der von dem Lande zu entrichtende Geldzins in Abgang, da es „inzwischen inutil geworden und weder zum Aufwachs jungen Gehölzes, noch sonsten zu etwas dienlich ist".

In der 2., 1618 erschienenen Auflage — ob auch schon in der 1. von 1561, kann ich nicht sagen — seines „Unterrichts von Verhauung und Widerhauung der Wälde und Gehöltz" spricht sich Noe Meurer [2]) in ähnlichem Sinne über das „Gereut und Weydbrennen" aus. Es sei ohne Erlaubnis der Obrigkeit nicht zu gestatten, „dann solche Güter ofttermals eine kleine Zeit genossen, und darnach, so der Grund ermagert und ermörgelt, oder sonst Krieg, Sterben oder Theurung einfallen, wüst gelegt und gelassen werden und also fürter weder Frucht noch Höltzer tragen oder geben." Zahlreicher als in Deutschland sind urkundliche Nachrichten über Waldfeldbau aus der Schweiz. Die vorübergehenden Benutzungen des Waldbodens zur Weide sollen nicht berücksichtigt werden, sondern nur der Fruchtbau im Walde Erwähnung finden. Die Anführung der einzelnen Nachweise erfolgt deshalb, weil sie zugleich einen Einblick über die Art und Dauer der landwirtschaftlichen Nutzung gewähren.

1727 wird bezüglich des Zehntens im jetzigen Kanton Aargau verordnet, daß bei Ausreutungen die ersten 3 Räube (Nutzungen) der Obrigkeit gehören und der Reutezins entrichtet werden müsse, „bis das Land wieder zu Hochwald eingeschlagen sein wird" [3]). 1746 wird der Gemeinde Koblenz (bei Waldshut) gestattet, 8—10 Juchart auf dem Laubberg aufzubrechen und urbar zu machen, „der Aufbruch darf aber nicht länger als 9 Jahre währen"; 1753 hatte die Gemeinde diesen Laubberg bereits wieder zu Holzboden liegen lassen [4]). 1747 wird der Gemeinde Würenlingen gestattet, 50 Juchart Waldboden zu Acker-

1) Moser, Forstökonomie 2. Teil, Beilagen S. 108.
2) Fritschii, Corpus juris venatorio-forestalis S. 296.
3) Eidgenössische Abschiede 7, 1. S. 975.
4) l. c. 7, 2. S. 875.

feld zu machen, u. a. unter folgenden Bedingungen: 1) nur auf 10 Jahre, 2) auf 2 Juchart muß ein Pflanzgarten von jungen Eichen angelegt werden. 1774 wird derselben Gemeinde bewilligt, 2 Juchart Holzboden mit Feldfrüchten zu bepflanzen, „nachher soll derselbe mit Eichen bepflanzt werden“ [5]). 1743 suchten die von Klingnau (Kanton Aargau) um Nachlaß des Zehntens von 11 Juchart Waldboden nach, die „sie wieder zu einem jungen Einschlag gemacht haben, doch so, daß sie noch einige Jahre lang neben den jungen Eichen Früchte zu säen gedenken.“ 1744 wird ihnen der Zehnten der Früchte überlassen, „die bis zu mehrerem Aufwuchs der jungen Eichen gepflanzt werden [6]). 1769 sucht dieselbe Gemeinde nach, ihr den 24 Juchart haltenden Hönggeracker, der in den Hochwäld ausgereutet worden, „wieder auf 12 Jahre zum Anblümen zu überlassen“ [7]).

Die Saat der Eichen zum Zweck des nachherigen Verpflanzens scheint, wie aus den Schriften von Döbel und Moser hervorgeht, sehr verbreitet gewesen zu sein. 1764 empfiehlt ein anonym erschienener „Grundriß der praktischen Forstwissenschaft“ in der Nähe von Städten oder Dörfern die Austeilung des Waldbodens an Leute, um ihn ordentlich zu kultivieren, mit Haber, Rüben und allerhand Feldfrüchten zu besäen und zu bepflanzen, unter dem Beding, daß sie darzwischen den Laubholzsamen reihenweis einstreuen müßten, dann nach 1 oder 2 Jahren zwischen den Reihen eine weitere Saat bewirkt werden könnte. Die Pflanzen werden vom Unkraut rein gehalten, finden lockeren Boden; man könne bei Mißlingen im 2. Jahr nachsäen. Man könne aber auch erst im 3. Jahre, etwa mit Haber den Waldsamen einsäen [8]).

Die Schriftsteller vom Ende des vorigen und Anfang dieses Jahrhunderts gedenken nur selten des Waldfeldbetriebes. Von ihnen ist besonders Burgsdorf zu nennen, der erwähnt, daß „Forstrodungen zu vielem Vorteil für die Holzkultur stattfinden, indem verödete Blößen, raume Flecke und leere Schläge auf eine Zeitlaug zur Beackerung verliehen, und nach dieser auf eine leichte, sichere und wohlfeile Art in Holzanwuchs gebracht werden [9]). Auch Cotta berichtet 1822, daß in Preußen seit mehr als 30 Jahren eingeführt sei, große Waldblößen vor der Holzsaat 2—3 Jahre in Beackerung auszuthun.

Das Interesse weiterer Kreise erregte die Schrift Cotta's über die „Baumfeldwirthschaft“ vom Jahre 1819. Wohl durch sie direkt und indirekt hervorgerufen wurde die Diskussion über die Hackwaldwirthschaft. In den 1830er und 1840er, namentlich aber im Anfang der 1850er Jahre wurde in vielen Gegenden der Waldfeldbau eingeführt.

Aus dieser historischen Skizze dürfte hervorgehen, daß von unsern Althölzern ein größerer Teil auf Waldfeld stockt, als man gemeinhin angenommen hat. Gleichwohl ist es zweifelhaft, ob diese Bestände auf Waldfeld auch nur 1 Prozent der gesamten Waldfläche erreichen. In einzelnen Gegenden (in Hessen, Baden, Württemberg, Kanton Aargau) mag freilich im Laufe von 70 Jahren ein großer Teil des Waldes mittelst Fruchtbau verjüngt worden sein. Der Hackwald ist ohnehin herrschend in bestimmten Distrikten (Odenwald, Siegen rc.). Die Haubergswirtschaft im Siegenschen erstreckt sich auf ca. 50 000 ha [10]). In Baden sind „ungefähr 57 950 ha Reutberge und Hackwald“ [11]); in Hessen dürfen vielleicht 25 000 ha hierunter gezählt werden [12]). Die durch Waldfeldbetrieb in Kultur gebrachten Hochwald-Flächen veranschlagt Muhl für Deutschland auf 30 000 ha [13]).

5) l. c. 7, 2. S. 878.
6) l. c. 7, 1. S. 1084.
7) l. c. 7, 2. S. 873.
8) Stahl's Forstmagazin 4, 119.
9) Forsthandbuch 1788. S. 543.
10) Hagen-Donner, Forstl. Verhältnisse Preußens S. 27.
11) Das Großherzogthum Baden. S. 416.
12) Genau ist die Fläche nicht ermittelt. vgl. Mittheilungen aus der Forst- und Cameralverwaltung des Großherzogthums Hessen. Darmstadt 1886. S. VII. VIII.
13) A. F. u. J.Z. 1886, 370. Auch diese Zahl wird wohl zu niedrig sein.

§ 4. Der **Zweck**, welcher mit dem Waldfeldbau i. w. S. erreicht werden sollte, ist bei der Hackwaldwirtschaft, dem badischen Reutfeldbetrieb und dem älteren Röderlandbetrieb die Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte gewesen. Die weiter angegebenen Zwecke des Waldfeldbaus: Erhöhung der Waldrente und Förderung der Holzkultur kommen erst in zweiter Linie in Betracht.

Dies ergibt sich ganz unzweifelhaft aus der Verbreitung des Betriebs in verschiedenen Gegenden und zu verschiedenen Zeiten.

Das aus Thonschiefer bestehende Gebirgsland von Siegen, Olpe und Wittgenstein und in der Eifel, das Buntsandsteingebirge des hessischen und badischen Odenwaldes, der teils aus Urgebirge, teils aus Buntsandstein bestehende badische Schwarzwald sind die Heimat der Hackwald- und Reutfeldwirtschaft. Das Terrain dieser Gebirgsländereien bietet dem Ackerbau nur geringe Flächen dar. Von der gesamten Fläche sind als Ackerland benützt [14]) im Kreis Siegen 13,6%, Olpe 20,6%, Wittgenstein 13,7%, in der Eifel 23—29%; im hessischen Kreis Erbach 29,7%; in den badischen Kreisen Oberkirch 20,9%, Wolfach 23,2%, Eberbach 20,2%. Dazu kommt, daß diese kleine Fläche eine geringe Fruchtbarkeit hat. Die mittleren Erträge von Siegen bleiben hinter dem Durchschnittsertrag von Preußen je nach der Fruchtgattung um 16—40% zurück. Die Wiesen nehmen in den genannten Bezirken 6—8% der Fläche ein mit einem mittleren Ertrag von nur 20 Doppelzentnern. Die Bevölkerung ist eine ziemlich dichte — im Kreise Siegen wohnen sogar 110 Menschen auf 1 qkm, im Kreise Olpe 55, Wittgenstein 42. — Der Viehstand ist zahlreich und bringt insbesondere einen großen Bedarf an Streu und Futterstroh mit sich. So wirken natürliche und ökonomische Faktoren zusammen, um die Ansprüche an den Wald zu steigern, der den größten Teil des Bodens — in Siegen 71,9, in Eberbach 71,8, in Erbach 58,6% der gesamten Fläche — bedeckt.

Dieser intensive Bedarf an Lebensmitteln, wie er hier über weite Gegenden hin durch die natürlichen Verhältnisse dauernd hervorgerufen ist, tritt auch in andern Gebieten auf, wenn infolge von Mißernten dem Bedarf der Bevölkerung plötzlich die Produktion nicht zu genügen vermag. Die Fehljahre 1817, 1837, die Ausbreitung der Kartoffelkrankheit von 1844 bis gegen 1852, die geringen Ernten von 1847 und 1854 gaben Veranlassung, den Waldfeldbetrieb in solchen Gegenden einzuführen, in denen er fast gar nicht bekannt gewesen war.

Das Darniederliegen von Handel und Gewerbe und die allgemeine Verdienstlosigkeit mußten das Bestreben, unter Verwendung der eigenen Arbeitskraft billigen Lebensunterhalt erwerben zu können, nur noch steigern bei allen denen, welche gar keinen oder nur unbedeutenden Grundbesitz hatten, also Früchte ohne Boden- und ohne Düngerkapital ernten wollten.

Diese letztere Klasse ist in manchen Gegenden lokal zahlreich angehäuft. So kommt es, daß in Gebieten mit ausgedehnter Feldfläche und namentlich mit Mittel- und Großgrundbesitz sich der Waldfeldbau eingebürgert und trotz des teilweisen Aufhörens der ursprünglich wirksamen Ursache erhalten hat.

Jene dauernden und diese vorübergehenden Ursachen haben also den Waldfeldbau hervorgerufen und einträglich gemacht. Deshalb ist derselbe in jenen Gegenden in der Ausdehnung konstant geblieben, während er sich in diesen mit den Ernteerträgen, der Arbeitsgelegenheit und dem Wohlstande ändert. Wo er von forstlicher Seite als Kulturmittel oder Geldeinnahmequelle eingeführt werden konnte und noch besteht, müssen die eben erörterten Verhältnisse vorhanden sein, denn sie bilden die Bedingung und Voraussetzung der Rentabilität. Diese natürlichen und ökonomisch-sozialen Zustände sind es auch, welche

14) Die Bodenkultur des deutschen Reiches. Berlin 1881.

die Art und Weise der Bearbeitung, die Auswahl der angebauten Früchte, die Fruchtfolge, endlich die forstliche Kultur bestimmen.

§ 5. Das Verfahren beim Waldfeldbau ist verschieden je nach der Betriebsart, mit welcher er verbunden wird.

Die Hackwald- oder Haubergs-, teilweise auch die Reutfeldwirtschaft ist üblich im Niederwald bezw. Eichenschälwald. Nach dem alle 16—18 Jahre stattfindenden Abtrieb wird die Fläche zwischen den Ausschlagstöcken entweder mit der Hacke, wie im Odenwald, oder mit dem Pfluge (Hainharch im Siegenschen) umgebrochen und gleichzeitig die durch das Verbrennen des Reisigs und Unkrauts erhaltene Asche in den Boden gebracht. Im Herbste wird die Fläche mit Winterkorn oder Haidekorn eingesäet. Je nach dem schnelleren oder langsameren Wachstum der Stockausschläge wird der Fruchtbau ein, zwei, selten mehr Jahre vorgenommen; da und dort tritt die Weide an seine Stelle.

Im Hochwalde wird nach dem Kahlschlage das Stockholz ausgegraben, die feineren Wurzeln, zurückgebliebenes Reisig und Unkraut werden verbrannt und der Boden mit der Hacke oder dem Pfluge bearbeitet. Dann erfolgt die landwirtschaftliche Nutzung in der Regel mittelst Halmfrucht- oder Kartoffelbau, während 2—3, selten mehr als 4 Jahren. Die Kultivierung der Fläche geschieht mittelst Saat oder Pflanzung, im ersten oder zweiten Jahr entweder gleichzeitig mit der Fruchtbestellung („landw. Zwischenbau") oder sie erfolgt auch erst nach Beendigung der landwirtschaftlichen Benützung. In diesem letztern Falle geht die landwirtschaftliche Bestellung dem forstlichen Anbau voraus („landw. Vorbau").

Neben diesen Hauptformen gibt es eine Anzahl von kleineren lokalen Abweichungen, die sich aber auf die ersteren zurückführen lassen: entweder wächst die Holzpflanze auf der Fläche gleichzeitig mit den landwirtschaftlichen Produkten (so im Niederwald und im Hochwald, wenn sie mit der Halmfrucht durch Saat oder Pflanzung gleichzeitig eingebracht wird), oder der Holzanbau folgt der landwirtschaftlichen Nutzung im zweiten oder einem späteren Jahre nach.

Die teils herkömmlichen, teils bewußten Abweichungen sind aus der Rücksicht auf die landwirtschaftlichen Erträge und auf das Wachstum des nachzuziehenden Bestandes hervorgegangen.

Bevor diese Punkte näher erörtert werden können, ist eine Betrachtung darüber nötig, welche chemischen, physikalischen und physiologischen Veränderungen im Boden beim Waldfeldbau vor sich gehen.

§ 6. Zu ihrem Wachstum bedürfen die Holzpflanzen eines nach den Arten verschiedenen Quantums von Mineralstoffen. Diese werden von den Wurzeln dem Boden entnommen und lagern sich im Stamme, mehr noch aber in den Blättern und jungen Zweigen ab. Ein Teil der mineralischen Nährstoffe kehrt mit dem abfallenden Laube wieder zum Boden zurück. Die Laub- und Nadelschichte bildet auf dem Boden eine Decke, welche nach dem Abtrieb des Bestandes bloßgelegt, dem Einfluß der Insolation und Ausstrahlung, der Einwirkung des Regens und des atmosphärischen Sauerstoffs ausgesetzt wird. Diese Laub- und Nadeldecke geht infolge dessen sehr rasch in Zersetzung über: es bildet sich u. a. Kohlensäure und Ammoniak bezw. Salpetersäure. Durch das Bearbeiten des Bodens wird diese organische Masse mit dem Boden vermengt und ihre Produkte, die sich sonst in der Luft verflüchtigen, werden im Boden ganz oder größtenteils zurückgehalten. Der Stickstoffgehalt des Bodens erhält eine direkte Vermehrung und die Kohlensäure trägt wesentlich zum Löslichwerden der übrigen Nahrungsstoffe bei. Mit einem Worte: es findet eine Düngung des Waldbodens statt.

Beim Verbrennen des Reisigs und Bodenüberzugs bleiben nur die unverbrennlichen Aschenbestandteile zurück, so daß nicht auch eine Düngung mit Stickstoff stattfindet.

Durch das Vermischen dieser organischen und unorganischen Pflanzennährstoffe mit

den obersten Bodenschichten entsteht eine mit Nährstoffen reich ausgestattete Krume. Ihre Bereicherung beruht zum Teil auf dem Ansammeln von mineralischen Nährstoffen, die durch die Wurzeln aus den tieferen Bodenschichten gehoben wurden.

Durch die Bearbeitung des Bodens wird seine Lockerheit vermehrt, seine Oberfläche vergrößert, der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs erleichtert, die Einwirkung von Wärme und Wasser gesteigert. Das Brennen des Bodens trägt weiterhin zum Aufschließen desselben und zur Verwitterung der Bodenbestandteile bei.

Die oberste Bodenschicht ist also nicht nur reicher an Nährstoffen, sondern diese sind durch die Bearbeitung auch gleichmäßig verteilt und leichter löslich, also für die Pflanzen überall und leicht aufnehmbar gemacht. Das Wachstum der Saatschulpflanzen auf „Neubrüchen" wird selbst auf ärmeren Bodenarten erheblich befördert, und der Forstwirt trägt kein Bedenken, zwei und mehr Ernten an Holzpflanzen zu nehmen. Wird die Benutzung zu lange fortgesetzt, so tritt ein plötzliches Stocken des Wachstums der Pflanzen ein, und Jahrzehnte lang ist die Stelle der verlassenen Saatschule im Walde erkennbar, nicht weil der Boden an Nährstoffen erschöpft, sondern weil der Vorrat an physikalisch gebundenen, den Pflanzen sofort und leicht zugänglichen Aschenbestandteilen aufgezehrt ist. Jenes Stocken des Wachstums dauert so lange, bis durch die Verwitterung neue Stoffe löslich geworden sind.

Ebenso findet eine Abnahme der Erträge statt, wenn durch lange fortgesetzte Fruchtnutzung ohne Düngung der Boden ärmer an Mineralstoffen wird. Die durch die Bearbeitung gesteigerte Verwitterung allein ohne organische Zusätze reicht nicht mehr aus, um die nötige Menge von Aschenbestandteilen für die anspruchsvolleren landwirtschaftlichen Gewächse zu liefern. Dieser Zustand der Erschöpfung wird um so früher erreicht sein, je ungünstiger die physikalische Beschaffenheit und je geringer der Gehalt des Bodens an Mineralstoffen ist. Die ökonomische Erschöpfung tritt früher ein, als die chemische, weil beim Sinken der Erträge die Kosten gleich bleiben und Ueberschüsse unmöglich werden.

Auf diesen natürlichen Verhältnissen und Vorgängen beruhen die verschiedenen Verfahren des praktischen Lebens.

Durch das Verbrennen des über die ganze Fläche hingestreuten Reisigs (das „Ueberlandbrennen") wird dem Boden, der wie der Buntsandstein nicht viel aufschließbaren Vorrat an sich hat, die Reisigasche erhalten und ein Brennen aller Stellen ermöglicht; im Thonboden von Siegen wird beim Brennen in Haufen (Schmoden) genügende Einwirkung auf den Boden erzielt.

Mit der Hacke wird eine bessere Mischung der Bodenschichten und eine gleichmäßigere Verteilung erreicht, als bei Anwendung des Pflugs.

Auf mineralisch reichen Bodenarten ist der Nährstoffvorrat größer, als bei ärmeren; dort können vier, ja noch mehr Ernten genommen werden, bis eine Erschöpfung des Bodens sich zeigt; auf magerem Boden vielleicht nur zwei, wenn noch Holzwuchs möglich bleiben soll.

Im Sandboden geht die beigemischte organische Substanz rascher in Zersetzung über, ihre Wirkung ist also von geringerer Dauer, als im Thonboden; andererseits wird die absorbierende Kraft des Sandbodens bedeutender vermehrt, als die des Thonbodens. Endlich wird durch das Behacken des Bodens die Verdunstung des in den tieferen Schichten enthaltenen Wassers vermindert. Dieser Verminderung steht aber der große Wasserbedarf vegetierender Gewächse gegenüber.

§ 7. Körnerfrüchte: Roggen, Gerste, Hafer, Korn oder Dinkel und Kartoffeln sind jetzt die fast ausschließlich im Waldfelde gebauten Produkte. Heidekorn, Staudenkorn, Hirse, Mais, Tabak sind sehr selten mehr in Anwendung.

Leider sind über die absoluten Erträge an Körnern, Stroh und Kartoffeln nur sehr

dürftige Angaben vorhanden. Es ist aber eine allgemein bekannte Erfahrung, daß die Kartoffelerträge denjenigen des Ackerfeldes nicht nachstehen, vielmehr sehr oft dieselben übertreffen [15]); auch für die Erträge an Halmfrüchten wird meist derselbe Ansatz wie im Felde gemacht werden dürfen. Die Feststellung der Erträge im Walde ist deshalb schwierig, weil die angebaute Fläche nicht immer genau vermessen ist, der Anbau nasse oder steinige Stellen meidet, je nach dem forstlichen Betrieb ein größerer oder geringerer Teil der Pflanzen wegen unangebaut bleiben muß, im Boden belassene Stöcke die nutzbare Fläche verkleinern, endlich weil die größere oder geringere Sorgfalt bei der Bearbeitung die Erträge erheblich beeinflußt. Infolge der kurzen Nutzungsdauer ist es sodann unmöglich, den Ertrag einer Mittelernte festzustellen; bei der Vergleichung mit eigentlichem Ackerlande, sowie bei der Berechnung des Entzugs von Mineralstoffen im allgemeinen kann aber nur eine Mittelernte zum Anhaltspunkte dienen.

Desgleichen kann nur die mittlere Zusammensetzung der Pflanzenaschen bei der Berechnung in Betracht kommen. Ob jedoch die Waldfeldgewächse aus dem Boden die Nährstoffe in derselben Menge und im gleichen Verhältnisse aufnehmen, wie im Ackerboden, muß aus Mangel an Untersuchungen dahingestellt bleiben.

Der folgenden Tabelle sind die Erträge einer Mittelernte für Deutschland zugrunde gelegt unter Abrundung auf ganze Doppelzentner. Der Strohertrag ist durchweg doppelt so hoch als das Körnergewicht veranschlagt. Auf den Wassergehalt ist bei der Abrundung Rücksicht genommen.

Die weniger wichtigen Mineralstoffe Natron, Magnesia, Eisenoxyd, Manganoxydoxydul, Schwefelsäure sind in die folgende Uebersicht nicht aufgenommen (dagegen mit Rücksicht auf den Bedarf der Holzpflanzen Kalk und Kieselsäure).

Der hohe Stickstoffgehalt der Waldstreu läßt auch die Berechnung des Stickstoffentzugs nicht als notwendig erscheinen.

Nach Wolffs Tabellen werden einem ha entzogen

durch	an Aschenbestandteilen überhaupt	an Kali	an Kalk	an Phosphorsäure	an Kieselsäure
	Kilogramm				
Winterweizen	152	25	8	17	87
Sommerweizen	121	36	7	17	47
Winterroggen	121	30	9	17	48
Sommerroggen	123	33	9	16	56
Sommergerste	186	43	12	19	86
Hafer	210	56	13	17	95
Buchweizen	123	55	21	19	6
Kartoffeln (Knollen allein)	95	57	2	16	2
„ Kraut und Knollen	241	89	50	28	8

Bei 2jähriger Benutzung ist die Fruchtfolge gewöhnlich: Kartoffeln, Sommer- oder Winterfrucht; bei 3jähriger Nutzung: Kartoffeln, Kartoffeln, Korn oder: Kartoffeln, Korn, Korn; bei 4jähriger Nutzung: Kartoffeln, Korn, Kartoffeln, Korn.

Es verliert also der Boden pro ha (je nach der gebauten Halmfrucht sind die Mengen höher oder geringer):

15) Bei Baden-Baden (M. f. F. u. J. 1862, 417) wurden p. ha 105,3 Doppelzentner, bei Viernheim (Weber, Untersuchungen über die agronom. Statik des Waldbaus S. 25) 142,2 Dztr. Kartoffeln geerntet.

bei	Aschenbestandteile überhaupt	Kali	Kalk	Phosphorsäure	Kieselsäure
	Kilogramm				
2maliger Nutzung					
Kart. Korn	216—305	82—113	9—23	32—35	8—97
3maliger Nutzung					
Kart. Kart. Korn	311—400	139—170	11—25	48—51	10—99
Kart. Korn Korn	337—515	107—169	16—44	48—54	14—192
4maliger Nutzung					
Kart. Korn, Kart. Korn	432—610	164—226	18—46	64—70	16—194

Bei Nutzung auch des Kartoffelkrautes müßten für jede Kartoffelernte hinzugefügt werden:

146	32	48	12	6.

§ 8. Ueber die in einigen Bodenarten vorhandene Menge der wichtigsten Nährstoffe gibt die folgende kleine Uebersicht Aufschluß, welche sich nur auf den Gehalt an Kali, Phosphorsäure und Kalk erstreckt.

Es sind in der ca 30—60 cm hohen obersten Bodenschicht pro ha enthalten

	nach Krutzsch[16]) im Haidesandboden von Sachsen	nach Ramann[17]) im Sandboden bei Eberswalde	nach Councler[18]) im unteren Muschelkalkboden von Lohra (Erfurt)
		Kilogramm	
Kali	67 875	23 040	113 256
Phosphorsäure	1 538	2 340	8 580
Kalk	632	853	49 764

nach R. Weber[19]) im Buntsandsteinboden des Spessarts

	Buchen- und Eichenboden	Kiefernboden
Kali	22 861	27 653
Phosphorsäure	5 314	1 920
Kalk	5 361	4 660

Nach Wolff[20]) ist „der absolute Gehalt des Bodens an pflanzenernährenden Stoffen gewöhnlich ein sehr großer; ein ganz armer und im landwirtschaftlichen Sinne des Worts erschöpfter Boden enthält oftmals bis zu einer Tiefe von 1 m (3 Fuß) noch 7000—15 000 kg Phosphorsäure pro ha, fast ebensoviel Stickstoff und das Zehn- bis Zwanzigfache an Kali".

Der Phosphorsäuregehalt ermöglicht selbst auf dem armen Sandboden 100 bis 120 Ernten, auf besserem Boden selbst 500 Ernten, bis der Vorrat im Boden vollständig erschöpft ist. Sandbodenarten haben dagegen vielfach sehr geringen Kalkgehalt, während die übrigen Nährstoffe wohl in den meisten Fällen für längere Zeiträume ausreichen[21]).

Nun ist bekannt, daß je nach der Bodengüte die landwirtschaftlichen Erträge des Waldfeldes im zweiten, dritten oder auch erst vierten Jahre erheblich abnehmen, so daß ein Ueberschuß über die Kosten kaum mehr zu erzielen ist. Eine Erschöpfung des Bodens an Mineralstoffen überhaupt ist nicht eingetreten, dagegen ein solcher an leicht löslichen, für die Pflanzen sofort aufnehmbaren Aschenbestandteilen. Die Verwitterung geht zu lang-

16) Th. f. J. 15, 313.
17) Z. f. F. u. J. 15, 640.
18) daselbst 15, 134.
19) Untersuchungen über die agronomische Statik des Waldbaus S. 32.
20) Praktische Düngerlehre S. 149. — Die neueste Publikation Wolffs (Chemische Untersuchung einiger Gesteine und Bodenarten Württembergs in „Mitteilungen aus Hohenheim 1887. S. 20 ff.) enthält keine Gewichtsangaben für die Bodenarten, so daß ihre Resultate hier nicht verwendet werden konnten.
21) vgl. Weber a. a. O. S. 24.

sam vor sich und vermag in kurzer Zeit jenen Entgang nicht zu decken. Da die jungen Waldpflanzen an den Mineralgehalt des Bodens fast dieselben Ansprüche wie die landwirtschaftlichen Kulturgewächse machen, so erklärt es sich, daß unter bestimmten Verhältnissen auch die Waldvegetation eine genügende Menge von Nährstoffen nicht mehr findet. Nach den Untersuchungen von Dulk[22]) wird von zweijährigen Fichten dem Boden nahezu dieselbe Menge Phosphorsäure und Kali und fast die vierfache Menge Kalk wie bei einer Roggenernte jährlich entzogen. Bei einjährigen Fichten beträgt der Entzug von Kali und Phosphorsäure ungefähr die Hälfte, von Kalk das dreifache einer mittleren Roggenernte.

Diese Wahrnehmungen haben dazu geführt, daß je nach der Bodengüte die Nutzung in neuerer Zeit auf zwei bis drei, im höchsten Falle auf vier Jahre ausgedehnt und daß im zweiten Jahr mit der landwirtschaftlichen Bestellung die forstliche Kultur verbunden wird. Bei nur einmaliger Nutzung finden sich selten Liebhaber; die hohen Rodungskosten für eine einzige Ernte schrecken zurück.

Auf den ärmeren Bodenklassen verbietet sich der Waldfeldbau in der Regel schon durch die geringen Erträge im Verhältnis zu den Kosten der Urbarisierung.

§ 9. Der forstliche Anbau wird teils durch Saat, teils durch Pflanzung bewerkstelligt; erstere war früher allgemein, ist aber mit dem Ueberwiegen der Pflanzung allmählich fast ganz verdrängt worden. Da weder die Kosten, welche natürlich bei der Saat sich niedriger stellen, noch die allgemeinen Gründe, welche Pflanzung oder Saat empfehlen, hier zu erörtern sind, so wären nur die Bedingungen des Erfolgs der einen oder andern Methode zu untersuchen, soweit sie vom Waldfeldbau abhängen.

Bei der Wahl zwischen Saat und Pflanzung wird ein Umstand zu wenig beachtet, der allerdings nur bei ausgedehntem Waldfeldbau von Wichtigkeit ist: die Sicherheit der jedesmaligen Kultivierung der Waldfelder. Es muß stets die nötige Zahl geeigneter Pflanzen und die erforderliche Arbeitskraft zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, so vergrast das Waldfeld bis zum folgenden Jahre, die Kulturkosten werden höher, das Gedeihen der Pflanzen ist durch den Graswuchs gehemmt. Um diesem Nachteil zu entgehen, hat man vielfach die landwirtschaftliche Nutzung — unfreiwillig — ein oder auch mehrere Jahre fortgesetzt, bis das Pflanzenmaterial erzogen war, das dann in den erschöpften Boden eingebracht wurde. Viele Mißerfolge des Waldfeldbaues sind hierauf zurückzuführen.

Der Boden ist durch denselben in den oberen Schichten gelockert, durch die landwirtschaftlichen Ernten aber an Mineralstoffen ärmer geworden.

Wird die Saat nach Aufhören der landwirtschaftlichen Kultur vorgenommen, so erhalten die Samenkörner zwar einen lockeren Boden, der die Keimung begünstigt, aber auch einen trockenen und weniger fruchtbaren, der das Wachstum verzögert. Werden die Samen breitwürfig unter die Halmfrucht gesät, so kommt der bedeutende Wasserverlust des Bodens infolge der Transspiration der Pflanzen hinzu. In trockenen Sommern wird deshalb in manchen Gegenden ein Mißlingen der Saat eintreten, wie dies durch verschiedene Beobachtungen bestätigt wird. Bei Anwendung der Streifensaat wird dieser Nachteil geringer sein, wenn die Streifen zu beiden Seiten einen unbenutzt bleibenden Raum haben. Fichten, die im zweiten Jahr mit einer Halmfrucht gesät werden, erreichen vielfach nur die Höhe von 1—2 cm, in Saatschulen dagegen von 5—8—10 cm. Diese Differenz in der Entwicklung kann nicht allein vom geringeren Mineralgehalt des Bodens herrühren, sondern ist durch die geringere Feuchtigkeit, vielleicht auch den schwächeren Lichtgenuß hervorgerufen.

Tiefwurzelnde Pflanzen, wie Eichen, Buchen, Eschen, Ahorn, erreichen noch im ersten

22) M. f. F. u. J. 1874, 301.

Jahre die tieferen, feuchteren und nährstoffreicheren Bodenschichten, leiden also insbesondere weniger vom Einfluß der Trockenheit.

Noch weniger ist dies bei den Pflanzungen der Fall. Aus angestellten Untersuchungen geht hervor, daß im gelockerten Boden gepflanzte Fichten im ersten Jahre ihre Wurzeln 30—40 cm tief hinabsenken [23]).

Da ferner bei der Pflanzung ein mehr oder weniger kleiner Raum um die Pflanze unbenutzt bleibt, so werden im allgemeinen die Pflanzungen auf Waldfeldern besseres Gedeihen zeigen müssen, dann wird die Reihensaat und zuletzt die Vollsaat folgen. Dies wird durch die Erfahrung bestätigt: die Saatbestände der flachwurzelnden Fichte sind trotz eines hohen Saatquantums sehr lückig bestockt und ungleichmäßig entwickelt. Teilweise ist dies auch die Folge des nach der landwirtschaftlichen Nutzung sich einstellenden Graswuchses, welcher die Pflanzen beschattet und den Boden austrocknet. Wo die Saaten im Waldfelde Pflanzmaterial zum Kulturbetriebe liefern sollen, ist dieser Nachteil nicht zu umgehen. Er muß aber geringer sein als die Kosten der Pflanzenerziehung in der Saatschule und der Transportkosten auf die Kulturstätte, wenn diese Art der Pflanzenzucht vorgezogen werden soll. Bei plötzlichen, außergewöhnlich großen Kulturanforderungen (große Sturmflächen, nach Insektenverheerungen, Ankauf ausgedehnter unbewaldeter Flächen) ist die Saat im Waldfelde ein willkommenes Mittel, den Kulturbetrieb zu fördern. Uebrigens zeigen auch Pflanzungen mit Zwischenbau von landwirtschaftlichen Gewächsen vielfach nicht das Gedeihen, wie es im gelockerten Boden (im Gegensatz zum gewöhnlichen Waldboden) erwartet werden könnte, was vorherrschend vom höheren Wasserbedarf der letzteren herrühren wird. Denn bei der Ausführung der Kultur im zweiten Jahr der landwirtschaftlichen Nutzung — auch bei drei- und vierjähriger Dauer erfolgt dieselbe fast überall jetzt im zweiten Jahr — ist eine bedeutende Einwirkung des Entzugs von Mineralstoffen nicht anzunehmen.

Soweit beim Hackwaldbetrieb im Eichen-Niederwalde Ergänzungen ausgegangener Stöcke nötig sind, ist er dem sonstigen Waldfeldbetrieb gleichzustellen. Der Entzug von Mineralstoffen wird aber auf die Ausschlagstöcke geringere Wirkung äußern, da diese tiefer gehende Wurzeln haben; auch der Entzug von Wasser wird sich aus demselben Grunde weniger bemerkbar machen. Aus diesen Gründen wird ein direkter Nachweis des Zusammenhanges zwischen Waldfeldbetrieb und Wachstum der Stockausschläge schwierig sein. Fehlschlüsse sind überhaupt bei solchen Untersuchungen leicht möglich, da auf das Wachstum der Stockausschläge wie der Samenpflanzen noch andere Ursachen einwirken.

Das Alter der Stöcke, die Hiebsart, die Frühjahrswitterung, die Zahl der Schosse beeinflussen die Entwicklung des Ausschlags im Niederwalde; Keimkraft und Trockenheitsgrad des Samens, Art der Saat und Bedeckung, Witterungsverhältnisse während der ganzen Vegetationszeit das Gelingen der Saat im Waldfelde. Entwicklungsgrad der Pflanzen, ihre Bewurzelung, der Grad der Austrocknung der Wurzeln, die Sorgfalt beim Setzen, die Witterung in der ersten Zeit nach der Verpflanzung sind auch im Waldfelde von Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzungen.

Das schlechte Wachstum oder gänzliche Mißlingen von Saaten oder Pflanzungen darf deshalb nicht ohne weiteres dem Waldfeldbetrieb zugeschrieben werden.

Beobachtungen hierüber — und solange Versuche fehlen, kann man das Urteil nur auf solche gründen — haben daher nur dann Beweiskraft, wenn die Erfolge mehrerer Jahre verglichen, also jene wechselnden und zufälligen Einflüsse bis zu einem gewissen Grade eliminiert werden können. Je gleichmäßiger Standort und Klima, um so sicherer sind die gezogenen Schlüsse.

---

23) Vgl. meine Abhandlung: „Zur Praxis des Kulturbetriebs“. Prakt. Fw. f. d. Schw. 1885, 148.

Jedenfalls kann beim heutigen Betrieb des Waldfeldbaus das schlechte Gedeihen der Kulturen nur ausnahmsweise auf die Erschöpfung des Bodens an Mineralstoffen zurückgeführt werden.

§ 10. Entscheidende Bedeutung bei Beurteilung des Waldfeldbaus wird dem späteren Wachstum der Bestände beigelegt werden können, wenn aus vergleichenden Untersuchungen ein deutlich ausgesprochener Einfluß nachgewiesen werden kann. Solche anzustellen, ist aber selten möglich; man sieht nur Bestände auf ehemaligem Waldfeld, das Wachstum unter denselben Verhältnissen ohne Waldfeldbau aber ist in den meisten Fällen nicht bekannt.

Aus 11 Kiefernbeständen von 20—65 Jahren teilt Muhl [24]) das Ergebnis von Aufnahmen mit, welche mit der Ertragstafel für die Kiefer der hessischen Rhein-Main-Ebene [25]) verglichen werden können. Nach Muhl's nicht näher erläuterter Klassifikation fallen 6 in die erste, 4 in die zweite, 1 in die dritte Standortsklasse.

Nach den Aufnahmen für die Ertragstafel ergibt sich als Maximum des Durchschnittszuwachses 11,0 fm in einem 20jährigen Kiefernsaatbestande der Oberförsterei Mörfelden. Nach Muhl findet sich in 20—26jährigen Kiefernpflanzungen für den Hauptbestand ein Durchschnittszuwachs von 10,2—15,5 fm. Der Zuwachs der 50—65jährigen Bestände mit 8,2—9,5 fm entspricht durchweg demjenigen der I. Bonität der Ertragstafel. Die mitgeteilten Höhen übersteigen meistens diejenigen der Ertragstafel [26]).

Ein Fichtenbestand, auf 32 ha ehemaligen Waldfeldes durch Saat begründet — dem Standort nach gehört er nicht in die erste Bonität — der gräflich Erbach'schen Oberförsterei Roth (im südlichen Württemberg) hat im 59. Jahr an Derbholz einen Zuwachs von 7,5 fm, unter Hinzurechnung der Zwischennutzungen von 9,8 fm [27]).

Welcher Anteil am Zuwachse auf die Bearbeitung des Bodens und welcher auf die lichtere Stellung des Pflanzbestandes entfällt, läßt sich nicht feststellen. Man darf aber nicht natürliche Verjüngungen oder Saaten auf unbebautem Boden mit Pflanzungen auf Waldfeld vergleichen und den Vorsprung der letzteren aus dem Waldfeldbau herleiten, da in der Jugend die Pflanzungen einen höheren Zuwachs haben als Saaten oder natürliche Verjüngungen.

Daß die Lockerung des Bodens das Wachstum befördert, kann nicht zweifelhaft sein; jede neu angelegte Saatschule und die fliegenden Saatbeete liefern Beweise davon. Wie groß der Mehrbetrag an Nährstoffen ist, welcher durch die Bearbeitung für die Pflanzen aufnehmbar gemacht wird, gegenüber derjenigen Menge, welche ihnen der gewöhnliche nicht bearbeitete Waldboden bietet, ist nicht ermittelt. Wird nun durch die landwirtschaftlichen Produkte dieser Mehrbetrag vollständig aufgenommen, so ist der aufnehmbare Vorrat an Nährstoffen im Boden für die Waldpflanzen derselbe geblieben wie im gewöhnlichen Waldboden. Das Wachstum der Pflanzen, soweit es vom Vorrat an Aschenbestandteilen abhängt, kann also keinen erheblichen Unterschied zeigen. Allein auch, wenn die landwirtschaftlichen Gewächse einen über jenen Mehrbetrag an aufgeschlossenen Mineralstoffen hinausgehenden Anspruch machen, so würde das Wachstum der Holzpflanzen nicht beeinträchtigt werden, solange der Vorrat nicht unter das für bestimmte Holzpflanzen zulässige — freilich noch unbekannte — Minimum herabgesunken ist. Die Thatsache, daß auf gutem Boden — z. B. Gletscherschutt — vier Ernten ohne nachweisbaren Nachteil für den Holzwuchs genommen werden können, läßt sich nur unter der eben besprochenen Voraussetzung erklären.

Ueber diese Verhältnisse, ebenso über die Dauer des günstigen Einflusses der Locke-

24) A. F. u. J.Z. 1886, 374.
25) daselbst 1886, 329.
26) Aehnliche Resultate aus Hessen teilt Reiß mit; daselbst 1886, 80.
27) daselbst 1884, 345.

rung, über die Wirkung auf verschiedenen Bodenarten und bei verschiedenen Holzarten ꝛc. müssen erst anzustellende Untersuchungen genauen Aufschluß geben.

Dann wird es möglich werden, die Grenze anzugeben, bei deren Ueberschreitung die Produktionskraft des Waldes auf kürzere oder längere Zeit geschwächt wird.

Daß bei zwei-, drei- und selbst vierjähriger Fruchtnutzung der nachzuziehende Bestand im Wachstum nicht hinter demjenigen auf ungenutzten Flächen desselben Bodens zurückbleibt, davon geben die Waldungen in Hessen, v. Frankfurt a./M., in Württemberg, in der Schweiz ꝛc. deutliches Zeugnis.

§ 11. Die Angaben über die Gelderträge des Waldfeldbaus bewegen sich in sehr weiten Grenzen. In der Regel werden die erlösten Pachtzinse, die ungefähr den Reinerträgen entsprechen, mitgeteilt; über Roherträge und Kosten sind nur wenige Daten vorhanden. Diese Unterschiede im Ertrage erklären sich leicht, wenn man die Ernteerträge ins Auge faßt. Der Ertrag einer Mittelernte an Kartoffeln wird angenommen im Kreise Siegen zu 70 Doppelzentner, in Württemberg zu 89, im Kreis Bitterfeld bei Merseburg zu 200; der Ertrag an Winterroggen in Siegen zu 11, in Württemberg zu 12, in Querfurt bei Merseburg zu 22 Doppelzentnern pro ha. Die Preise sind aber ziemlich gleich (etwa 6—7 M. p. Dztr. Kartoffeln, 15 M. für Roggen). Die Kosten sind von den Bodenverhältnissen und der Höhe des ortsüblichen Taglohns beeinflußt. Vom Zusammenwirken dieser verschiedenen Faktoren rührt es her, daß in der einen Gegend die Reinerträge ganz unbedeutend sind, in einer andern der Pachtzins pro ha 282 M. beträgt. (Hievon ist allerdings ein Stockholzwert von 100—120 M. abzuziehen)[28]).

Die Kosten der Bearbeitung, der Auslagen für Saatgut können 200—300 M. betragen.

Aus diesen Zahlen ergeben sich nur einige Anhaltspunkte für Beurteilung der Rentabilität des Waldfeldbetriebs im allgemeinen; im einzelnen Fall müssen die lokalen Erträge und Preise in die Rechnung eingestellt werden.

Die weiteren Vorteile, Beseitigung des Graswuchses und Verminderung des Frostes, Beschäftigung der ärmeren Bevölkerung, Verminderung der Entwendungen von Streu und Gras, Erhaltung der Waldarbeiter, Entfernung des Stockholzes und Verminderung schädlicher Insekten, Verhinderung der Waldrodungen lassen sich nur teilweise in Geld ausdrücken, können aber lokal von großer Bedeutung sein.

Die Ersparnis an Kulturkosten bei Verjüngung verhärteter, verlichteter und vergraster Hochwaldflächen, die Verdrängung der Stockausschläge bei Umwandlung von Nieder- und Mittelwald in Hochwald, also die Benützung des Waldfeldbaus als Kulturmittel, ist in manchen Gegenden die Veranlassung zu dessen Einführung gewesen und trägt zu seiner Beibehaltung bei, auch wo seine Erträge keinen Ueberschuß für die Kasse des Waldbesitzers ergeben. Die leichtere Arbeit beim Pflanzgeschäft, die Möglichkeit der Verwendung schwächeren Pflanzmaterials, der geringere Abgang im gelockerten und grasfreien Boden können eine Ersparnis von 50—80 M. pro ha bewirken.

§ 12. Da höchstens im zweiten Jahr der forstliche Anbau erfolgt, so geht der Zuwachs eines Jahres verloren, vorausgesetzt, daß die Kultur ohne Waldfeldbau im ersten Jahr hätte vorgenommen werden können. Dies ist aber öfters nicht der Fall, weil die Stöcke nicht entfernt werden konnten oder Rüsselkäferschaden zu befürchten ist. Der Wert des Zuwachsverlustes hängt vom Preise des Holzes und der Zuwachsgröße ab; bei 3 fm Durchschnittszuwachs und dem Preise von 6 M. beträgt er 18 M., bei 7 fm Zuwachs und dem Preise von 12 M. steigt er auf 84 M., eine Summe, die wohl das Maximum an Verlust ausdrückt. Durch den besseren Wuchs der Pflanzen auf dem Waldfelde in den ersten Jahren nach der Begründung kann jener Verlust vollständig ausgeglichen werden.

28) A. F. u. J.Z. 1884, 342.

Daß das im Waldfeld erzogene Holz geringere Qualität als dasjenige anderer künstlicher Kulturen auf gewöhnlichem Waldboden habe, ist nicht erwiesen worden.

Ebensowenig ist der Beweis erbracht, daß der Waldfeldbau die Ausbreitung der Rotfäule in Fichtenbeständen begünstige. Es liegen hierüber einzelne Erfahrungen und Beobachtungen vor, denen aber andere widersprechen.

Daß beim Waldfeldbau einzelne Pflanzen beschädigt, beim Brennen der Schläge die Stöcke versengt werden, ist nicht zu bestreiten. Letzteres soll übrigens die Ausschlagfähigkeit nicht beeinträchtigen.

Gegen etwaige Verluste an Pachtgeld und gegen Schaden bei der Ernte der Feldfrucht muß man sich durch zweckmäßig abgefaßte Pachtverträge sichern.

Die Geschäftsvermehrung für das Forstpersonal bei Verwaltung und Schutz wird kaum als Nachteil gelten können, zumal die pachtweise Ueberlassung der Waldfelder an die Bevölkerung die Regel bleiben wird. Der Regiebetrieb kann notwendig werden, wo der Ausfall der Ernte durch Zufälligkeiten (wie Wildschaden ꝛc.) gemindert zu werden droht. Die Bestellung der Waldfelder durch Lohnarbeiter ist weniger sorgfältig und teurer, als wenn der Pächter des Waldfeldes selbst sie vornimmt und seine überschüssige Zeit hiezu benützen kann. Die Ausführung bezw. Schonung der forstlichen Kultur kann durch die Pachtbedingungen fast immer in genügendem Grade sichergestellt werden.

2. Die Waldstreunutzung.

A. Die Bodenstreu.

§ 13. So weit verbreitet die Gewinnung von Laub, Nadeln, Moos ꝛc. als Einstreu an Stelle von Stroh auch ist, so kann sie doch nicht als eine allgemein übliche Nutzungsart bezeichnet werden. In allen Staaten sind es nur einzelne Landesteile, in welchen die Gewinnung der Bodenstreu üblich ist, während sie in andern fast nicht einmal gekannt ist. Vergleicht man diese Streunutzungsgebiete in geologischer und agronomischer Beziehung, so zeigen sie eine bemerkenswerte Uebereinstimmung. Der bunte Sandstein in den Vogesen, im Schwarzwald und Odenwald, in der Rheinpfalz, in Unterfranken, im Regierungsbezirk Kassel, im südlichen Hannover und Braunschweig; die sandigen Schichten des Keupers im württembergischen Neckar- und Jagstkreis, in Mittelfranken und in der Oberpfalz; das Schiefergebirge der Rheinprovinz und Westfalens, endlich das weite Gebiet des norddeutschen Diluvialsandes von der holländischen bis zur russischen Grenze, das im Süden noch die Lausitz und die Provinz Sachsen in sich begreift, d. h. also durchweg Gegenden mit trockenem, sandigem, meist gebirgigem Boden sind es, in welchen die Streunutzung eine erhebliche Ausdehnung hat, so zwar, daß sie „in einigen Landesteilen eigentlich als Hauptertrag bezeichnet werden muß“ [29]).

Wenn die Streunutzung in den gebirgigen Teilen Oesterreichs und der Schweiz eine verhältnismäßig geringere Bedeutung hat, so rührt dies daher, daß die Rechstreu namentlich in Oesterreich teilweise durch die Schneitelstreu ersetzt wird, mehr noch aber von dem üblichen Weidebetrieb, welcher für einen Teil des Jahres das Streumaterial fast vollständig entbehrlich macht. In der Nord- und Ostschweiz, wo der Bau von Strohfrüchten fast vollständig verschwunden ist, kennt man gleichwohl keine Streunutzung. Die dortige musterhafte Stall- und Düngerwirtschaft bedarf ihrer nicht.

Was die Bodenkultur betrifft, so ist in den oben genannten Gebieten die landwirtschaftliche Fläche überhaupt von geringer Ausdehnung, so namentlich auf dem bunten Sandstein, oder es treten wenigstens die natürlichen Wiesen und die Anbauflächen für Futter-

29) Hagen-Donner, Die forstl. Verh. Preußens S. 59.

pflanzen sehr zurück. Die Folge hievon ist, daß für den in diesen Gegenden keineswegs geringen Viehstand — er kommt auf die Fläche berechnet dem Durchschnitt des deutschen Reiches ziemlich nahe; die Gebirge beherbergen ohnehin einen reichen Viehstand — ein großer, wo nicht der größte Teil des geernteten Strohs verfüttert werden muß. Es fehlt also an Einstreu im Stalle und an Dünger auf dem Felde. Bei der natürlichen Armut des Bodens ist aber reichliche Düngung nötig; auf anderem Wege, etwa durch Kauf, solchen zu beschaffen, ist der in der Regel wenig bemittelten Bevölkerung mit parzelliertem Kleinbesitz nicht möglich. Sie wendet sich an den Wald, dessen Holzertrag für die dünne Bevölkerung mehr als ausreichend und vielfach von geringem Werte ist.

Dieser Mangel an Streu und Dünger ist jedoch auch in fruchtbaren Gegenden eingetreten, in welchen der Anbau von Wein, Kartoffeln, Hopfen, Taback, Zuckerrüben sehr ausgedehnt, dagegen derjenige von Cerealien und Futtergewächsen eingeschränkt wurde. Insbesondere sind es fast alle Weinbaugegenden, welche den außerordentlich großen Düngerbedarf zum Teile aus dem Walde beziehen.

Dieser letztere Grund, die Kultivierung von sog. Handelsgewächsen, hat in neuerer Zeit an Bedeutung gewonnen und namentlich in kleineren Gebieten zu lokalen Ansprüchen an den Wald geführt, zu denen früher eine Veranlassung nicht vorhanden war.

§ 14. Die Verwendung der Waldstreu hat erst in der neueren Zeit eine erhebliche Ausdehnung erlangt. In mittelalterlichen Urkunden wird wohl stets die Waldweide, nicht aber die Streunutzung erwähnt. Die Forstordnungen des 16. und 17. Jahrhunderts verbieten das Laubstreifeln; nur die gegen die Mitte des 16. Jahrhunderts erschienenen bayerischen und brandenburgischen regeln auch die Laub- und Moosstreunutzung. Erst im 18. Jahrhundert scheint das Bedürfnis nach Einschränkung derselben dringender geworden zu sein.

Die forstlichen Schriftsteller von Carlowitz an sprechen sich mehr oder weniger entschieden gegen die Streunutzung aus.

Sie mag in einzelnen Gegenden von jeher üblich gewesen sein, allein zu größerer Ausdehnung in den Waldungen ist sie erst mit dem vorigen Jahrhunderte herangewachsen. Da seit dieser Zeit der Kartoffelbau sich sehr stark ausgebreitet hat, ist die Ausdehnung der Streunutzung auf diesen zurückgeführt worden. Man hat dabei übersehen, daß in derselben Zeit die gesamte Landwirtschaft tief einschneidende Umgestaltungen überhaupt erfahren hat.

§ 15. Laub und Nadeln, die jährlich am Ende der Vegetationsperiode von unsern Waldbäumen fallen, bilden, soweit sie nicht vom Winde verweht werden, eine mehr oder weniger gleichmäßige Decke auf dem Boden. In Nadelholzbeständen siedelt sich bei einem gewissen Grade von Lichtzutritt auf dem Boden eine Vegetation von verschiedenen Moosarten an. In gelichteten Beständen endlich und auf Waldblößen stellt sich je nach den Bodenverhältnissen ein Ueberzug von Graspflanzen verschiedenster Art, Heidelbeeren, Preißelbeeren, Farrenkräutern, Heide, Besenpfrieme, Binsen 2c., ein.

Der Umstand, daß diese teils leblose, teils vegetierende Decke des Waldbodens bestimmten landwirtschaftlichen Zwecken dient, hat die Kollektivbezeichnung Streu zu einer allgemein üblichen gemacht. Die sonstige Verwendung dieser Materialien (z. B. zum Decken der Kohlenmeiler, zur Aufführung von rohen Steinmauern, zur Verstopfung von Holzbauten, zur Einfüllung in Bettsäcke, zu Dekorationszwecken 2c.) nimmt so unbedeutende Quantitäten in Anspruch, daß sie keine weitere Besprechung nötig macht.

Die Gewinnung von Laub, Nadeln und Moos geschieht mit Rechen (Rechstreu). Die übrigen Streusorten werden zum Zweck der Ernte gemäht und dann zusammengerecht (Mähstreu). Das Trocknen der Streu findet im Walde meistens nur statt, wo Blößen, Wege, Kahlschläge den Zutritt der Sonne gestatten; das Material wird gewöhnlich im

waldtrockenen Zustande nach Hause geführt und in der Nähe der Wohnungen vor der Aufspeicherung getrocknet. Zur Gewinnung im Walde benützt man, soweit möglich, Tage nach länger anhaltender Regenlosigkeit. Das Laub darf übrigens einen gewissen Trockenheitsgrad nicht überschreiten, wenn es nicht bei der Gewinnung und Verwendung zerbröckeln und unbrauchbar werden soll.

Sehr selten wird das Laub an frisch gefällten Bäumen und Aesten abgestreift.

§ 16. Wollte man den Ertrag der Flächeneinheit an verschiedenen Streumaterialien dem Volumen oder dem Gewichte nach angeben und dieses je im Walde ermitteln, so müßten die Bestimmungen sehr ungleiche Werte je nach dem zufälligen Grade des Wassergehaltes derselben ergeben. Südliche oder nördliche Lage, mehr oder weniger dichter Bestandesschluß, größerer oder geringerer Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, endlich die zufällig eingetretenen Witterungsverhältnisse verändern unter sonst gleichen Verhältnissen das Gewicht der Streu und auch das Volumen der Gewichtseinheit, da nasse oder feuchte Streu sich dichter aufschichten läßt, als trockene.

Der Ertrag an Streu wird daher im lufttrockenen Zustande angegeben, in welchem die Streumaterialien noch 11—14 % Wasser enthalten, das erst bei einer Erhitzung auf 100—120° C. entfernt werden kann.

Planmäßige Untersuchungen über den Streu-Ertrag von Buchen, Fichten und Kiefern hat zuerst Krutzsch [30]) 1848—1850, dann abermals 1861, 1862 bei Tharand angestellt.

Besondere Versuchsflächen wurden 1861 und in den folgenden Jahren in Bayern angelegt, auf welchen die Erhebungen über Laub- und Nadelstreu in Buchen-, Fichten- und Kiefernbeständen teilweise bis auf die Gegenwart fortgesetzt werden. Die Resultate derselben hat 1876 Ebermayer in seinem oben angeführten Werke mitgeteilt.

Anläßlich der Ablösung der Streuservituten in Württemberg sind 1873 in belasteten Waldungen Erhebungen über den Ertrag von Buchenlaub, Moos, Heide und Heidelbeere gemacht worden [31]). Eine übersichtliche Zusammenstellung der Untersuchungen aus früherer Zeit hat Beling angefertigt [32]). Leider ist ein beträchtlicher Teil der älteren Angaben nicht vergleichbar, weil vielfach das Gewicht nicht der lufttrockenen, sondern der waldtrockenen Streu mitgeteilt ist.

Für die richtige Beurteilung der Ertragsangaben von einem einzigen Jahre ist die Beobachtung von Krutzsch und Ebermayer von Wichtigkeit. Bei ihren Untersuchungen während mehrerer Jahre ergaben sich sehr bedeutende Schwankungen im Ertrage von Buchenlaub oder Nadeln auf derselben Fläche, die vorherrschend den Witterungsverhältnissen zugeschrieben werden müssen. In feuchten und regenreichen Jahrgängen können die Erträge um 50—80 % höher sein als in trockenen.

Endlich ist nicht zu vergessen, daß die Streu selten frei von kleineren Aesten oder von Erdteilchen ist; namentlich letztere können bei der Nutzung auf Sandboden das Gewicht der reinen Laubstreu nicht unerheblich steigern.

§ 17. Für den vorliegenden Zweck dürfte die Mitteilung von Durchschnittszahlen genügen. Zum Zwecke detaillierter Studien müssen die angeführten Quellenschriften selbst nachgesehen werden.

Ueber die Erträge intakter, nur bei der Untersuchung berechter Bestände, liefern die Erhebungen in Bayern Nachweise, mit welchen diejenigen von Krutzsch mehrfach fast genau übereinstimmen. Die Erträge lange Zeit genutzter Bestände geben die württem-

30) Thar. f. J. 6, 88; 8, 260; 15, 32. Die weitere Verarbeitung der Resultate sind enthalten l. c. 25, 29; 26, 310; 31, 47.

31) Die Ergebnisse der Aufnahmen in Rotbuchenbeständen habe ich mitgeteilt in M. f. F. u. J. 1876, 289; diejenigen für die übrigen Streusorten folgen unten.

32) M. f. F. u. J. 1874, 385. 433.

bergischen Zahlen an. Diese wurden durchweg im Sommer 1873 gewonnen, sind also keine Durchschnittszahlen. Die Niederschlagsmenge von 1872 steht etwa 5 % über dem 15jährigen Mittel.

In den geschonten Beständen Bayerns betrug der durchschnittliche jährliche Streuanfall von Laub oder Nadeln in lufttrockenem Zustande pro ha:

Holzart	Alter Jahre	Kilogramm
1. Buche	30—60	4182
	60—90	4094
	über 90	4044
2. Fichte	30—60	3964
	60—90	3376
	über 90	3273
3. Kiefer	25—50	3397
	50—75	3491
	75—100	4229

In den berechten Buchenbeständen Württembergs, die teils auf Keuper und Lias, teils auf Buntsandstein stockten, betrug der einjährige Ertrag auf den nach der Bestandeshöhe ausgeschiedenen Bonitäten pro ha.

Bonität:	I.	II.	III.	IV.	V.
Kilogramm:	3047	2213	1462	1149	617

Die Untersuchungen bezüglich der übrigen Streumaterialien wurden durchweg in Nadelholzbeständen des Schwarzwaldbezirks Neuenbürg vorgenommen, in welchen sich ein Ueberzug von Moos, oder Moos und Heidelbeere vorfand. Im Gewicht dieser Streumaterialien ist daher das Gewicht des ein- oder mehrjährigen Nadelabfalls inbegriffen. Dessen Betrag ist aber nicht ermittelt worden, daher kann ein entsprechender Abzug nicht gemacht werden.

Es fanden sich in lufttrockenem Zustand pro ha:

1. von reinem Moos unter Tannen . . . . . 6140 Kilogramm
2. von Moos und Heidelbeere zusammen:
   a. unter Tannen . . . . 9672 „ } Durchschnitt
   b. unter Kiefern . . . . 9830 „ } 9789 Kgr.
3. von Moos, das aus den stehen bleibenden Heidelbeerkräutern gerecht wurde:
   a. unter Tannen . . . . 3672 „ } Durchschnitt
   b. unter Kiefern . . . . 5006 „ } 4494 Kgr.

Ueber die Erträge von Grasstreu fehlen Untersuchungen.

§ 18. Der landwirtschaftliche Gebrauchswert (d. h. der Gebrauchswert als Streumittel und Düngmittel zusammengenommen) dieser verschiedenen Materialien wird ermittelt durch Vergleichung derselben in lufttrockenem Zustande mit Stroh, sog. Wirrstroh. Nach Funke ist 1 Gewichtsteil Streu-Stroh gleich

3 Gewichtsteilen Laubstreu (und ungefähr auch Nadelstreu),
1,84 „ Heidestreu,
1,70 „ Heidelbeerstreu,
1,42 „ Moosstreu.

Nehmen wir die Größe der Streuproduktion in abgerundeten Zahlen, so repräsentieren z. B., wenn 100 Kgr. Stroh zum Preise von 4 M. gerechnet werden,

4000 Kgr. Laubstreu	1320 Kgr. Stroh	im Werte von	52,8 M.
3500 „ Nadelstreu	1150 „ „	„	46,0 „

5000 Kgr. Moosstreu	3500 Kgr. Stroh im Werte von	140,0 M.
5000 „ Heidelbeerstreu	2940 „ „ „	117,6 „

Die Gewinnungskosten können mit annähernder Genauigkeit auf 50 % des Wertes veranschlagt werden, so daß der Bruttoertrag pro ha Streufläche zwischen rund 50 und 140 M., der Nettoertrag zwischen rund 25 und 70 M. sich bewegen würde [33]).

§ 19. Bei Moos und Heidelbeere ist der Anfall zu Grunde gelegt, welcher sich in vollkommen bedeckten, mit zusammenhängendem Moosrasen und ziemlich gleichmäßigem Ueberzug von Heidelbeerkräutern versehenen Beständen ergibt. Bei der Laub- und Nadelstreu dagegen ist nur der Abfall eines Jahres in Rechnung genommen. Mehrere Jahre lang geschonte Bestände oder solche, welche überhaupt nie genutzt wurden, liefern natürlich höhere Erträge, die aber nach den übereinstimmenden Ergebnissen der Untersuchungen in Sachsen, Bayern und Württemberg das 3fache des jährlichen Ertrags fast nie überschreiten, meistens das 2 bis 2½fache betragen, d. h. der Laub- und Nadelabfall geht in etwa 2½ Jahren in vollständige Verwesung über.

Der Grad von Feuchtigkeit, wie er infolge der Bodenbeschaffenheit, der Lage, der Jahreswitterung, der mehr oder weniger dichten Auflagerung der Laubschichte sich erhält, spielt die entscheidende Rolle. Je trockener der Boden, um so langsamer geht der Prozeß des Zersetzens vor sich.

Moos und Heidelbeere wurden untersucht in Beständen Württembergs, die 7—10 Jahre vorher genutzt worden waren; innerhalb dieses Zeitraumes hatte sich der Bodenüberzug erneuert. Eine ähnlich lange Dauer hat sich auch bei den Ermittelungen in Bayern ergeben.

Aus den bisherigen Untersuchungen läßt sich die Einwirkung bestimmter Faktoren auf die Menge des Streuertrags nicht mit Sicherheit entnehmen. Daß bei Laub- und Nadelstreu das Bestandesalter ohne erheblichen Einfluß ist, zeigen die bayerischen Erhebungen. Der Einfluß der Meereshöhe, der geologischen Verhältnisse, der Lage, der Bestandesbeschaffenheit könnte nur durch umfassende weitere Untersuchungen festgestellt werden.

§ 20. Die Veränderungen, welche infolge der Streunutzung auf dem Boden des Bestandes vor sich gehen, beruhen auf dem Entzug des in der Streu enthaltenen Wassers, ihrer organischen Substanz und ihrer mineralischen Bestandteile. Es ist bereits angeführt worden, daß die Streu bei ihrer Entnahme aus dem Walde einen größeren oder kleineren Wassergehalt habe. Aus den Untersuchungen in Württemberg ergab sich, daß das Moos wenigstens das 5,1fache und im Maximum das 10fache, Laubstreu das 1,2—4,5fache des lufttrockenen Gewichts an Wasser enthält. Es werden also, wenn wir die obigen abgerundeten Zahlen zu Grund legen, bei der Moosnutzung 25500 Kilogramm, bei der Laubstreunutzung 4800 bis 18000 Kilogramm, bezw. Liter Wasser dem Bestande entzogen. Der direkte Verlust an Wasser entspricht einer Regenhöhe von höchstens 5 mm. Er beträgt selbst in den trockensten Landstrichen Mitteleuropas mit 400—500 mm Niederschlag nur ungefähr 1 % der jährlich im Freien fallenden Regenmenge.

Wichtiger als dieser direkte Entzug von Wasser scheint für die Bodenfeuchtigkeit eine indirekte Wirkung der Waldstreu zu sein. Die Streudecke, sowohl die leblose von Laub und Nadeln, als auch — freilich in geringerem Grade — die vegetierende Moosdecke, vermindert die Wasserverdunstung aus dem Boden. Direkte Beobachtungen im Walde hat Ebermayer angestellt. „Aus streubedecktem Wald-Boden verdunsteten 78 % weniger Wasser,

33) Binzer teilt mit (F.C. 1884, 374), daß im Regierungsbezirk Posen der Reinertrag auf 40—48 M. pro ha steige. Aus dem Lüneburgischen werden Roherträge von 235 M. pro ha gemeldet. F.Bl. 1886, 336.

als aus nicht bedecktem kahlem Boden; davon kommen auf Rechnung der Streudecke 25 % und auf den Wald 53 %" (a. a. O. S. 186).

Die Wirkung der Streudecke als solcher auf die Verdunstung aus dem unter ihr liegenden Boden ist in neuerer Zeit wiederholt von Kramer, Riegler und Wollny [34]) untersucht worden. Fast übereinstimmend ergaben die Untersuchungen, daß durch eine Streudecke die Verdunstung auf 1/3 bis 1/2 vermindert wird. So fand Riegler, daß, während unbedeckter Boden 54,8 % seines Gewichtes durch Verdunstung verlor, unter einer 8 cm hohen Schicht von lufttrockener Buchenstreu 26,8, von nasser Streu 0, von lufttrockener Fichtenstreu 34,4, von Moos 27,8 % verdunsteten.

Je trockener der Boden zufolge seiner physikalischen Beschaffenheit, seiner Neigung und Exposition an sich und infolge der Witterungsverhältnisse ist, um so bedeutungsvoller für die Verwitterung des Bodens und das Wachstum der Pflanzen ist diese indirekte Wirkung der Streudecke.

Daß infolge weiterer zur Wirkung gelangender Faktoren gleichwohl der berechte Boden feuchter sein kann, als der unberechte, haben die Untersuchungen von Ramann gezeigt [35]).

Die Streu-, insbesondere die Moosdecke hält einen Teil des Niederschlags in sich zurück, der dem Boden entgeht. Dichte Laubschichten sind schwer durchlässig und bringen eine ungleiche Verteilung des Wassers hervor. Es ist also die geringere Verdunstung der Winterfeuchtigkeit, auf welche die Streudecke hauptsächlich hinwirkt.

§ 21. Von der gesamten Trockensubstanz der Waldstreu sind 78 bis 86 % organische Stoffe, d. h. die Hauptmasse der Streu besteht aus Elementen, welche die Pflanze der Luft entnehmen kann. In der organischen Substanz sind 0,80 bis 1,89 % Stickstoff enthalten, welche bei der Streunutzung dem Boden entzogen werden. Nach den Untersuchungen von Ramann [36]) wird der Sandboden durch das Berechen nicht ärmer an Stickstoff, da dem berechten Boden durch die Niederschläge und die leichtere Berührung mit der Luft hinreichend Stickstoff zugeführt wird. Ob dies auch für andere Bodenarten zutreffend ist, werden künftige Untersuchungen zu zeigen haben. Eine wesentliche Bedeutung scheint nach dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens der Stickstofferſatz im Walde nicht zu haben.

Die organische Substanz spielt mit Rücksicht auf die Bodenerschöpfung eine ganz untergeordnete Rolle, der Wahrscheinlichkeit nach sogar auch in Bezug auf den Stickstoff. Um so wichtiger ist sie als fortdauernde Quelle der Bildung von Humus, dessen Bedeutung unten näher erörtert werden soll.

§ 22. Ueber die Mineralbestandteile der Streumaterialien sind zahlreiche Analysen von Krutzsch, Ebermayer, Weber, Schröder, Councler, Ramann, Rißmüller, Dulk u. a. angestellt worden. Wolff gibt a. a. O. eine Uebersicht derselben, aus welcher die Schwankungen im Aschengehalt überhaupt und in den einzelnen Mineralstoffen ersehen werden können. Im Gehalt an Reinasche überhaupt betragen die Unterschiede das 2- und 3fache, bei den einzelnen Elementen das 6—10fache; es erklärt sich dies aus den der Analyse unterworfenen Streumaterialien, die nach Alter, Standort und Zersetzungsstadium unmöglich übereinstimmen konnten.

Was das Alter der Blätter und Nadeln betrifft, so führten die Untersuchungen von Zöller, Rißmüller, Dulk, Weber zu dem übereinstimmenden Resultate, daß die chemische

34) Wollny, Der Einfluß der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens. 1877. Ferner: Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik 3, 80. 325; 16, 175. 177; 7, 309.

35) Z. f. F. u. J. 15, 642. Die Schwierigkeiten genauer Ermittelungen des Feuchtigkeitsgehalts von Waldboden sind hier namhaft gemacht.

36) Z. f. F. u. J. 15, 634.

Zusammensetzung der Blätter und Nadeln vom Beginn der Vegetationsperiode bis zum Schlusse sich ändert. Dieselben werden gegen den Herbst zu aschenreicher, weil der Gehalt an Kalk und Kieselsäure sehr erheblich zunimmt. Dagegen werden sie an Kali und Phosphorsäure ärmer, weil diese in die Aeste und Zweige zurückwandern, um im folgenden Vegetationsjahre wiederholt verwendet zu werden.

Laub und Nadeln, welche von einigen Regengüssen betroffen werden, verlieren durch Auslaugen den größten Teil ihrer Mineralstoffe (Councler); ältere Streu muß daher mineralisch ärmer sein, als jüngere.

Mit zunehmender Meereshöhe sinkt nach den Untersuchungen von Weber gleichfalls der Aschengehalt.

Wieweit nun der Reichtum des Bodens an mineralischen Nährstoffen die Aufnahme derselben durch die Pflanzen, und den Gehalt der Blätter und Nadeln an solchen beeinflußt, ist nicht genügend ermittelt; daß aber der verschiedene Gehalt an unorganischen Stoffen vom Boden abhängt, ist durch die vergleichenden Analysen außer Zweifel gestellt.

Endlich ist noch hervorzuheben, daß die Laub-, Nadel- und Moosstreu niemals frei von erdigen Bestandteilen ist, die selbst bei den chemischen Analysen nicht vollständig entfernt werden können. Bei der Gewinnung der Streu im praktischen Betriebe vollends wird absichtlich und unabsichtlich ein zwar nicht genau bestimmbarer Teil der obersten Bodenschichte aus dem Walde weggeführt, der bei der Beurteilung der Bodenerschöpfung nicht außer Acht gelassen werden darf.

Es folgt nun aus den Zusammenstellungen von Wolff eine kleine Tabelle, die nur die wichtigsten Zahlen über die chemische Zusammensetzung der Buchen-, Fichten-, Kiefern- und Moosstreu enthält. Diese Beschränkung bedarf nach den eben gegebenen Erläuterungen keiner besonderen Begründung. Im Durchschnitt beträgt die Reinasche von der Trockensubstanz:

bei	Buchenlaubstreu	5,4	Prozente,
„	Fichtennadelstreu	4,6	„
„	Kiefernnadelstreu	1,4	„
„	Moos	2,7	„

In 100 Teilen Reinasche sind enthalten:

	Kali	Kalk	Phosphorsäure	Kieselsäure
bei Buchenlaubstreu	4,90	45,31	5,16	31,01
„ Fichtennadelstreu	3,32	39,81	4,99	45,01
„ Kiefernnadelstreu	10,53	37,61	8,48	15,08
„ Moos	16,35	14,28	7,64	26,42

Es beträgt also der Entzug pro ha unter Beibehaltung der oben (§ 17) aufgeführten Durchschnittserträge:

	an Reinasche	an Kali	an Kalk	an Phosphorsäure	an Kieselsäure
			Kilogramm		
bei Buchenlaubstreu	216	10,6	97,8	11,1	66,9
„ Fichtennadelstreu	161	5,3	64,0	8,0	72,4
„ Kiefernnadelstreu	49	5,1	18,4	4,1	7,4
„ Moos	135	22,0	19,3	10,3	35,6

Diese kleine Uebersicht zeigt, wie verschieden die Wirkung der Streunutzung auf den Mineralstoffgehalt des Bodens im allgemeinen sowohl, als besonders hinsichtlich der einzelnen Elemente ist.

Es bedarf nur noch des Hinweises auf die mannigfaltigen Mischungen der Holzarten, den wechselnden Anteil von Moos und Nadeln am Bodenüberzuge, die dichtere

oder lichtere Stellung der Bäume je nach der Behandlung der Bestände, auf den oft so raschen Wechsel der Boden- und Bestandes-Bonität, um die Ueberzeugung zu begründen, daß einer genauen Feststellung dieser Verhältnisse auf größeren Flächen fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstehen, daß also die Ergebnisse der Analysen nur einige, manchmal allerdings genügend sichere Anhaltspunkte gewähren können.

§ 23. Für die praktisch entscheidende Frage, innerhalb welcher Zeit ein bestimmter Boden an den unentbehrlichen Pflanzennährstoffen erschöpft sein werde, können selbstverständlich Durchschnittswerte nicht ausreichen, schon deshalb nicht, weil der Boden auf die Menge und Zusammensetzung der Aschenbestandteile der Streu selbst einwirkt. Sodann ist die Kenntnis der mineralischen Beschaffenheit des Bodens unentbehrlich, wenn man überhaupt zu brauchbaren Resultaten gelangen will. Der Vorrat des Bodens und zwar der oberen wie der tieferen, innerhalb des Wurzelbereichs liegenden Schichten an leichter oder schwerer löslichen und an ungelösten Pflanzennährstoffen muß dem Bedarfe der Waldbäume gegenübergestellt werden.

Stöckhardt[37]), Hanamann[38]), Councler[39]) und Ramann[40]) haben solche Untersuchungen ausgeführt, welche übereinstimmend zu dem Resultate führten, daß der berechte Boden ärmer an Mineralstoffen ist als der unberechte. Hinsichtlich des Zeitraums, welcher zur völligen Erschöpfung nötig ist, kommt Councler für Buchenboden (I. Bonität, Muschelkalk) zum Schluß, daß „an eine Erschöpfung des Bodens an Kali in absehbarer Zeit nicht zu denken ist"; daß dagegen an Phosphorsäure dieser Boden in „keineswegs unabsehbarer Zeit", nämlich in 917 Jahren, total erschöpft sein kann. Im armen Heidesandboden findet Stöckhardt den Gehalt an Kali überhaupt für 3800 Jahre, an löslichem Kali und an Phosphorsäure für 400 und 420, dagegen an Kalk nur für 78 Jahre zureichend.

Selbst ganz armer Heidesand enthält, wenn wir von dem vielleicht zufälligen Mangel an Kalk absehen, so viel an Nährstoffen, daß dieselben für Jahrhunderte als ausreichend gelten können. Der Entzug durch das geerntete Holz ist so unbedeutend, daß er vernachlässigt werden kann.

Im übrigen ist darauf hinzuweisen, daß wir nicht imstande sind, den wirklichen Bedarf einer Holzart an Mineralstoffen für ein Jahr und Hektar anzugeben, denn alle Arbeiten beziehen sich nur auf den Entzug von Mineralstoffen, welcher keinen Maßstab für den Bedarf bildet. (Ramann[41]).)

Es geht aus all diesem hervor, daß die physiologische Chemie bis jetzt die Frage, wie lange die Streunutzung bis zur völligen Erschöpfung des Bodens ausgeübt werden kann, nicht zu beantworten vermag, ihre Sätze also gerade am entscheidenden Punkte noch unzureichend sind.

Wir müssen daher auf einem andern Wege ein Urteil zu gewinnen suchen. Wir vergleichen zu diesem Zwecke das Wachstum in solchen Waldungen, welche notorisch längere Zeit der Streunutzung unterworfen waren, mit demjenigen in geschonten Beständen.

§ 24. Kunze hat genaue Untersuchungen über den Einfluß des Streurechens auf den Zuwachs in einem Buchen- und einem Fichtenbestande angestellt. Während er im ca. 85jährigen Buchenbestande, welcher auf mildem, aus Gneiß entstandenem Lehmboden stockt und 367 m ü. M. liegt, zu dem Schlusse gelangte, „daß die Streuentnahme von

37) Th. f. J. 15, 309.
38) Böhmische Zeitschrift für Forst-, Natur- und Jagdkunde 1881, 48.
39) Z. f. F. u. J. 15, 121.
40) daselbst 15, 577.
41) Z. f. F. u. J. 15, 17. vgl. hiezu Schröder (Th. f. J. 26, 328): „Verlor die Fläche mit der Streu etwa 10—13 kg Reinasche, so nahmen die Bäume infolge dessen etwa 1 kg Mineralstoffe weniger auf."

1861—74 keinen Rückgang des Zuwachses zur Folge hatte"[42]), konnte er im 46jährigen, auf Diluviallehm stockenden, 300 m hoch gelegenen Fichtenbestande nachweisen, „daß der Einfluß des innerhalb 10 Jahren 6mal vorgenommenen Streurechens ein ziemlich beträchtlicher gewesen ist, indem die Differenz der Massenzuwachsprozente 0,76% beträgt". In einer andern Fichtenfläche fand Kunze[43]) unter ähnlichen Verhältnissen einen Rückgang des Zuwachsprozents um 1,05%. Der Zeitraum der Nutzung scheint wenigstens im Buchenbestande noch zu kurz gewesen zu sein, als daß der Zuwachs schon hätte merklich beeinflußt werden können. Die chemische Untersuchung des Holzes zeigte gleichzeitig, daß dieses einen um 30% geringeren Mineralstoffgehalt hatte, und führte zu dem Schlusse, daß die chemische Analyse „als Mittel dienen könnte, den Einfluß des Streurechens zu konstatieren, wo die Untersuchung des Zuwachses diesen Einfluß noch nicht kundgibt" (Schröder[44])). Die da und dort zu Tage getretene Erscheinung, daß berechte Bestände plötzlich und schnell im Zuwachse sinken, sich licht stellen und gipfeldürr werden, hängt wohl mit dem verminderten Aschengehalt zusammen. Zahlreichere Analysen aus solchen Beständen könnten hierüber Aufschluß geben.

Einen Beitrag zur Frage der Zuwachsverminderung in den längere Zeit berechten Beständen liefern die Untersuchungen in Württemberg.

Die 78 in den Revieren Hohengehren und Langenbrand untersuchten Buchenflächen weisen folgende Zuwachsverhältnisse auf:

Es haben pro ha einen Gesamtzuwachs an Derbholz und Reisig

unter 1,0	von 1,1—2,0	von 2,1—3,0	von 3,1—4,0	von 4,1—5,0	von 5,1—6,0	Zusammen
			Festmeter			
2 Flächen	30 Fl.	23 Fl.	14 Fl.	5 Fl.	4 Fl.	78 Fl.
			In Prozenten			
3	38	30	18	6	5	100

Nur 29% aller Flächen haben einen 3,0 fm übersteigenden Zuwachs, welcher der IV. Bonität entspricht. 41% aller Flächen bleiben unter 2,1 fm, dem Zuwachs der V. (geringsten) Bonität in Württemberg zurück. In Langenbrand ist das Grundgestein bunter Sandstein, in Hohengehren größtenteils oberer Keupersandstein, Keupermergel oder unterer schwarzer Jura. Der Durchschnittsertrag pro ha beträgt im Revier Hohengehren nur 1,9 fm Derbholz, er bleibt hinter dem durchschnittlichen Ertrage der Laubholzgebiete mit 3,1 fm um 1,2 fm = 39% zurück[45]). Ganze Bestände von Buchen sind gipfeldürr und müssen durch das anzupflanzende Nadelholz ersetzt werden.

Im Nürnberger Reichswald und in der Oberpfalz liefern berechte Kiefernbestände mit 80 Jahren einen Ertrag von 40—60 fm bei einer mittleren Höhe von 12 m.

Auf dem seit ca. 100 Jahren berechten Haardtgebirge in der Rheinpfalz erreichen 52jährige Kiefernbestände die Höhe von 2—3 m und eine Stärke in Brusthöhe bis zu 10 cm. Auf Hunderten von zusammenhängenden Hektaren stocken nur noch „Krüppelbestände".

Da selbst dem armen Boden des Buntsandsteins erst 170—488 Streuernten den ganzen Vorrat an Phosphorsäure entziehen würden, so kann jener erhebliche Rückgang des Wachstums weder auf einer Erschöpfung des Bodens an mineralischen Nährstoffen über-

42) Th. f. J. 26, 320.
43) daselbst 31, 49.
44) Th. f. J. 26, 329. Auch Krutzsch erklärt die Annahme für unzulässig, „daß die (2malige) Entnahme der Streu oder deren reichlicheres Vorhandensein einen Einfluß auf das Wachstum der Bäume gehabt habe." Th. f. J. 15, 68. vgl. dagegen Beyreuther daselbst 18, 33. — Bei Untersuchungen des Zuwachses einzelner Jahre ist der Einfluß der Jahreswitterung schwer zu eliminieren.
45) Forststatistische Mitteilungen aus Württemberg für das Jahr 1884. S. 91.

haupt, noch an einzelnen derselben beruhen. Aber die im Boden vorhandenen Pflanzennährstoffe können zu fest gebunden sein, so daß nur ein kleiner Teil derselben sofort von den Pflanzen aufnehmbar und also bei der Bildung der vegetabilischen Substanz thätig ist.

§ 25. Die mineralischen Pflanzennährstoffe sind im Boden teils physikalisch, teils chemisch gebunden vorhanden. Für die Vegetation kommen nur die ersteren in Betracht, sie bilden das sog. flüssige Nährstoffkapital, das von den Pflanzen aufgenommen und durch die Verwitterung der Gesteine, das Löslichwerden der chemisch gebundenen Nährstoffe ersetzt wird. Wie groß das physikalisch und wie groß das chemisch gebundene Nährstoffkapital im Boden, welches ferner der minimalste Betrag an flüssigem Nährstoffkapital für das Baumwachstum ist, darüber vermag uns die Chemie noch keinen Aufschluß zu geben. Bei dem Entzug von Streu wird ein Teil des flüssigen Nährstoffkapitals aus dem Walde genommen; dauert dieser Entzug längere Zeit, so kann dasselbe unter die geringste notwendige Menge sinken, so daß die Vegetation kümmerlich werden muß und das Fortkommen einer bestimmten Holzart unmöglich wird. So erklärt sich der anfangs kaum bemerkbare, dann immer deutlicher hervortretende Rückgang, endlich das plötzliche Stocken des Wachstums der Bestände, wenn das flüssige Nährstoffkapital nicht durch die fortschreitende Verwitterung wieder ergänzt wird. Dieser geringe Vorrat an Nährstoffen kann für das Wachstum einer weniger anspruchsvollen Holzart noch hinreichend sein, so daß z. B. das Nadelholz noch gedeiht, wo die Buchenzucht verlassen werden mußte.

Alle Faktoren der Verwitterung sind an sich im Walde in geringerem Grade wirksam als außerhalb desselben. Durch die Beschattung ist die Wirkung der Insolation wie des Frostes, also der Wechsel der Temperatur, geringer. Im ungelockerten Waldboden ist der Zutritt und die Erneuerung der Luft gehemmt. Endlich gelangt von den atmosphärischen Niederschlägen ein geringerer Teil auf den Waldboden als im Freiland, und dieser dringt in den wenig gelockerten Waldboden schwieriger ein.

Um so wichtiger muß die Konzentrierung der Nährstoffe in der Streudecke in einem leichter löslichen Zustande, sowie die Beschleunigung der Verwitterung durch die Humusbildung aus organischen Stoffen und die Entstehung größerer Mengen von Kohlensäure, Ammoniak und Salpetersäure sein, welche mit dem Regenwasser in den Boden eindringen[46]). Durch die Wegnahme der Waldstreu ist diese Humusansammlung und ihre Einwirkung auf die Verwitterung, namentlich durch die Lieferung von kohlensäurereichem Wasser, unmöglich gemacht. Durch eine Streudecke wird (wie schon oben erwähnt) die Feuchtigkeit erhalten, die oberen Bodenschichten werden vor dem Verhärten und Verschlämmen geschützt und bei der dunkeln Färbung des humosen Bodens leichter erwärmt. Der Einfluß der Streudecke auf die sog. physikalischen Eigenschaften des Bodens, die wesentlich auf die Verwitterung zurückwirken, ist je nach den verschiedenen Eigenschaften des Bodens von verschiedener Wichtigkeit; je ungünstiger sie an sich sind, also je trockener und verschlossener und je kälter der Boden ist, um so bedeutender ist der Wert der Streudecke.

Es kommt der mit dem Grade der Verwitterung zunehmende Gehalt an Feinerde besonders in Betracht, weil die absorbierende Kraft des Bodens auf derselben beruht. Durch die Humusbeimischung wird die absorbierende Kraft erhöht und die auswaschende Wirkung des Wassers vermindert. Auf Sandboden ist nach den Untersuchungen von Ramann die Erhöhung der Absorptionskraft der oberen Bodenschichten geradezu die entscheidende Wirkung der Streudecke[47]). An steileren Hängen wird durch dieselbe außerdem das Abschwemmen der feineren Bodenteilchen verhindert.

46) In Stöckhardts „Chem. Ackersmann" (10, 168) ist eine Untersuchung mitgeteilt, wornach durch Humus mehr löslich wurden, als im humusarmen Boden an Talkerde 300 %, Phosphorsäure 80 %, Kali 60 %, Kieselerde 50 %.

47) Z. f. F. u. J. 15, 652.

Bei heftigen Regengüssen hält die Streudecke auch einen Teil des Wassers zurück, etwa die Mengen, die einer Niederschlagshöhe von 1,8—6 mm oder bis zu 6% der Niederschlagsmenge entsprechen. Sie trägt daher auch zur Verminderung der Ueberschwemmungsgefahr bei, vermag sie aber nicht zu beseitigen.

§ 26. Aus den vorstehenden Erörterungen lassen sich die Grundsätze für die Ausübung der Streunutzung ableiten.

Sei es, daß der Privatwaldbesitzer Streu für die eigene Landwirtschaft aus dem Walde bezieht oder dieselbe an andere verkauft, sei es, daß eine Gemeinde den bedürftigen Teil der Einwohnerschaft mit Streuabgabe unterstützt, sei es endlich, daß der Staat die Nutzung durch Berechtigte regulieren will, — in allen diesen Fällen wird daran festgehalten werden müssen, daß eine nachhaltige Nutzung von Streu ohne Schädigung des Holzwuchses und soweit der Streuertrag direkt mit diesem zusammenhängt (Laub- und Nadelstreu) ohne allmählichen Rückgang der Streuproduktion selbst nicht möglich ist.

Soll eine solche dennoch stattfinden, so muß die Nutzung so reguliert werden, daß der geringste Schaden für die Produktionsfähigkeit des Bodens entsteht. Diese beruht auf den chemischen Bestandteilen und dem physikalischen Zustande des Bodens; je größer die natürliche Fruchtbarkeit ist, um so geringer ist unter sonst gleichen Verhältnissen die schädliche Wirkung des Streuentzugs.

Die günstigste Jahreszeit für die Nutzung ist der Herbst vor dem Abfall der Blätter und Nadeln, weil die ältere Streu einen Teil der Nährstoffe an den Boden zurückgegeben hat, im Winter die Gefahr des Austrocknens des Bodens nicht vorhanden ist und dieser alsbald von einer neuen Streuschichte bedeckt wird. (Moos findet sich fast nur in Nadelholzbeständen; auch wenn dieses entfernt ist, decken die Nadeln den Boden.) Dadurch ist auch eine ungünstige Veränderung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens erschwert.

Der Zeitraum, innerhalb dessen die Nutzung auf derselben Fläche wiederholt werden kann, ist mehr von den physikalischen als den chemischen Bedingungen abhängig. Nach einem Jahre schon ist der größte Teil der Nährstoffe ausgelaugt, während die vollständige Verwesung und Humusbildung 2—3, auch mehr Jahre erfordert. Kommt die Nutzung alljährlich, so kann die Streu auf den Boden nur wenig physikalisch einwirken, da sie sich in den ersten Stufen der Zersetzung befindet; dies wird erst nach 2- und 3jährigem Lagern der Fall sein. Bevor eine jährliche Schicht vollständig verwest ist, soll die Nutzung nicht wiederkehren, bei Moos erst, wenn der Rasen sich wieder ergänzt hat, was nach 7 bis 9 Jahren der Fall ist.

Die Nutzung selbst sollte sich womöglich nicht auf die tieferen, humusartigen Streuschichten erstrecken. Bei der Moosnutzung werden schmale Streifen intakt belassen, um die Ergänzung des Rasens zu beschleunigen. Nur hölzerne Rechen sollten angewendet werden, weil sie leichter sind als die eisernen, nicht so tief eingreifen und die Wurzeln weniger beschädigen.

Mineralisch arme, trockene und flachgründige Stellen sind von der regelmäßigen Nutzung auszuschließen, desgleichen Niederwaldungen und Mittelwaldungen, welche durch öfteres Freilegen ihren Humusgehalt verlieren.

Ein Bestand soll erst nach Eintritt des höchsten Massenzuwachses der Streunutzung geöffnet werden, da er bis zu diesem Zeitpunkt an den Boden die größten Ansprüche macht. Die Kulmination des Massenzuwachses erfolgt in der Regel 15—20, auch mehr Jahre nach derjenigen des Höhenzuwachses. Sie tritt um so später ein, je geringer die Bonität ist, und fällt etwa in das 35.—50. Altersjahr. Uebrigens verbietet in der Jugend schon die dichte Bestockung die Streunutzung, da die Gewinnung zu mühsam und zu teuer ist. Je nach dem Bodenzustande erfordert der Bestand vor der Wiederverjüngung eine Schonung von kürzerer oder längerer Dauer: bei natürlicher Verjüngung, deren Eintritt vom Samen-

jahr abhängt, 5—10—15 Jahre; bei Kahlschlag mit künstlicher Verjüngung von geringerer Dauer, namentlich wenn erstere durch Pflanzung erfolgt.

Die Anhäufung der Streu kann der natürlichen Verjüngung manchmal hinderlich werden, so daß stellenweise sich ihre Entfernung empfehlen kann. Solche einmalige oder infolge landwirtschaftlicher Notjahre auch mehrmals während einer Umtriebszeit vorgenommene Nutzungen unterliegen keinerlei Bedenken, wenn der Waldbesitzer die Wahrung der Produktionskraft des Bodens als Richtschnur bei der Nutzung betrachtet.

§ 27. Die Verwertung der Waldstreu geschieht in der Weise, daß dieselbe dem Volumen nach verkauft oder daß eine bestimmte Fläche gegen Entgelt zur Nutzung geöffnet wird. Im letzteren Fall wird die Nutzung nicht mit der Vorsicht geübt werden wie im ersteren, weil jeder Käufer einen möglichst hohen Ertrag zu erzielen strebt.

Der Preis, der für Streu beim meistbietenden Verkäufen erhältlich ist, richtet sich nach dem vom Ausfall der Stroh-, manchmal auch der Futterernte beeinflußten Strohpreise. Bei Abgaben unter der Hand um festgesetzte Taxen wird gleichfalls der landwirtschaftliche Wert der Waldstreu maßgebend sein müssen, da es vorerst unmöglich ist, den Ausfall an Holzzuwachs infolge der Streunutzung zu berechnen und andererseits der Käufer nur den landwirtschaftlichen Nutzwert der Streu wird vergüten wollen.

B. Die Aststreu oder Schneitelstreu.

§ 28. Die Gewinnung des feineren Reisigs des Nadelholzes — Laubholz wird fast gar nicht hiezu begehrt — als Streumittel war in Thüringen, Bayern, im Schwarzwalde, in den Alpen, in verschiedenen Teilen von Oesterreich in früherer Zeit schon üblich. Nach Ablösung der Berechtigungen auf Rechstreu wurde die Benutzung des Astreisigs in der Uebergangsperiode empfohlen: 1833 in Sachsen, 1874 in Württemberg. Geschieht die Gewinnung an gefällten, zur regelmäßigen Nutzung gelangten Bäumen, was außerhalb des Gebirges gewöhnlich der Fall ist, so ist vom Forstwirte hinsichtlich der Folgen diese Art der Benützung des Reisigs der Verwendung zu Brennholz gleichzustellen und braucht an dieser Stelle nicht weiter erörtert zu werden. Dagegen ist die Gewinnung des grünen Astreisigs von stehen bleibenden Bäumen als Einstreumittel, als Deckmaterial oder auch, namentlich in der Nähe großer Städte, zu Dekorationszwecken, zur Herstellung von Fichten- und Kiefernnadelbädern ꝛc. zu besprechen. Sie geschieht in der Weise, daß entweder die Aeste dicht am Stamme oder mit Belassung eines kurzen, 6—10 cm langen Stummels weggenommen werden. In den eigentlichen, in der Regel weitständigen, Schneitelwäldern werden die Aeste nur bis auf 30 cm gekürzt zur Begünstigung der Entwicklung der kleineren Aeste, die später genutzt werden. Der Baum bleibt auf diese Weise stets bis unten beastet.

§ 29. In geschlossenen Beständen beträgt die Reisigmenge pro ha zwischen 50 und 120 Festmeter. Ein Festmeter wiegt im grünen Zustande durchschnittlich 900 kg, es entspricht also die Reisigmasse pro ha einer Streumenge von 45000 bis 108000 Kilogramm. Für die stärkeren zur Einstreu nicht tauglichen Aeste muß ein Abzug (etwa von 1/3) gemacht werden; die brauchbare Gewichtsmenge mag sich auf ca. 30000 bis 72000 Kg. reduzieren.

Da im praktischen Betriebe 600 kg Nadelreisstreu gleich 100 kg Stroh gerechnet werden[48]), so beziffert sich die Einnahme pro ha, wenn der Preis von 100 kg Stroh 4 M. beträgt, auf 200 bis 480 M. (Es käme also 1 Festmeter auf 6—7 M. und 100 Wellen auf 12—14 M.)

---

48) Horlacher, Die Anwendbarkeit und Verwendung der Nadelreisstreu auf dem Schwarzwalde ꝛc. Neuenbürg 1877. S. 8.

Wenn jedoch die Nutzung an stehenden Bäumen vorgenommen wird, so wird nur 1/5—1/6 der Aeste entfernt und der Ertrag sinkt auf 30—80 M. pro ha.

In nicht geschlossenen Beständen ist die Beastung des einzelnen Baumes allerdings reichlicher, als im Schlusse. Allein die Stammzahl ist geringer und das Verhältnis zwischen grober Ast- und feiner Zweigmasse ungünstiger. Ausreichende Untersuchungen in Plenterwaldungen fehlen zurzeit noch.

Fichte und Weißtanne zeigen nur sehr geringe Unterschiede hinsichtlich des Ertrags. Um die Hälfte niedriger ist die Reisigmasse der Kiefer und noch geringer der Anfall an Streumaterial, denn es fehlen die kleineren Seitenzweige, die Aeste bleiben nur 2—3 Jahre benadelt und die starken Aeste sind vorherrschend.

Geschlossene Bestände liefern im 30.—50. Jahre die größte Reisigmasse. Wo besondere Aststreuwaldungen (in Oesterreich Schnall- oder Grasstreu-Waldungen genannt), angelegt sind oder werden sollen [49]), müßte eine Umtriebszeit von wenigstens 30—50 Jahren eingehalten werden.

§ 30. Da bei der Schneitelstreu-Nutzung die grünen Aeste abgenommen werden, so ist ein Ausfall am Holzzuwachse unvermeidlich. Auch die Qualität des Holzes leidet durch die Astwunden oder Aststummel, durch die Verletzungen der Rinde beim Besteigen der Bäume mittelst Steigeisen und bei weniger sorgfältiger Lostrennung der Aeste. Wo daher die Holzerziehung mit der Aststreunutzung verbunden ist, wird die Wegnahme der Aeste mittelst der Säge bewerkstelligt, schneidende Werkzeuge (Axt, Hape, Gertler) selten angewendet und das Herunterreißen der Aeste ganz vermieden. Wirtschaftlich vorteilhaft kann dieser Betrieb nur sein in Gegenden, in welchen die Streu wertvoller oder wenigstens ebenso wertvoll ist, als das Holz.

Weil die Nadeln und jungen Zweige reich an mineralischen Nährstoffen und an Stickstoff sind, so hat die Aststreu einen hohen Düngerwert, sie entzieht aber dem Waldboden beträchtlich mehr Nährstoffe, als wenn die Nadeln im dürren Zustande genutzt werden. Außerdem kann die Lichtstellung der Bestände je nach den Bodenverhältnissen nachteilige Folgen haben, da ein Nadelabfall nicht stattfindet und die Austrocknung des Bodens erleichtert ist.

Daß selbst durch sehr weitgehende Entastungen die Nadelhölzer nicht zum Absterben gebracht werden, lehren zahlreiche Privatwaldungen. Aus den Alpen wird berichtet, daß Bäume, denen nur einige Quirle belassen wurden, 150—200 Jahre alt werden und noch immer einigen Zuwachs zeigen [50]).

3. Die Waldweide.

§ 31. Seit den ersten Dezennien dieses Jahrhunderts hat die Waldweide an Verbreitung und Bedeutung verloren. In früheren Perioden war sie eine ganz allgemeine Waldnutzung, wie aus zahlreichen Urkunden älterer und neuerer Zeit erhellt. Es wird nur wenige Waldgebiete geben, in welchen nicht heutige Waldnamen (Ochsenweid, Kuhweid, Roßweid, Nachtweid, Weidschlag, Stelle, Stellplatz, Tränke, Viehtrieb 2c.) an die ehemalige Weidewirtschaft erinnerten. Erhalten hat sich dieselbe fast allerwärts in den Mittelgebirgen und in allen Hochgebirgen. Im Gebirge wirken physische und ökonomische Verhältnisse auf ihre Beibehaltung hin. Die Ungunst des Klimas und Terrains verbietet einen ausgedehnteren Getreide- und meist auch den künstlichen Futterbau; die Viehzucht bildet den einzigen Ernährungszweig für die Gebirgsbevölkerung und vielfach die Be-

49) Solche Streuwaldungen wurden in Oesterreich wiederholt empfohlen. Oe. V. 3, 46; 9, 131; 20, 66; 21, 307.

50) Oe. V. 9, 133.

dingung ihrer Existenz. Die schmalen Thäler und engen Gebirgsterassen mit ihrer geringen Fläche natürlicher Wiesen liefern aber in der Regel nur die Futtermenge, welche zur Ueberwinterung der Hausthiere notwendig ist. Das Sommerfutter muß das Vieh auf den Weiden in- und außerhalb des Waldes suchen. Die natürliche Beschaffenheit der Gebirge, ihre Steilheit, ihre bedeutende Erhebung über die Thalsohle und über die menschlichen Niederlassungen begünstigen die Ausdehnung des Waldes, dessen Holzproduktion den Bedarf der äußerst schwachen Gebirgsbevölkerung übersteigt und daher nur geringen, ja manchmal gar keinen Wert hat. Der Wald wird mehr wegen der Weidegelegenheit, als wegen des Holzertrags geschätzt. Der ökonomischen Entwickelung außerhalb des Gebirges sind nicht diese natürlichen Schranken gezogen. Die Zunahme der Bevölkerung führt zu einem intensiveren Betrieb der Landwirtschaft; an die Stelle der Weidewirtschaft tritt die auf künstlichen Futterbau gestützte Stallfütterung, während andererseits der Wert und Preis des Holzes die möglichste Steigerung des Holzertrags nahelegt. Zwischen den geschilderten Extremen liegen zahlreiche, nicht ebenso leicht zu charakterisierende Wirtschaftsstufen, welche von der Bevölkerungszahl, den Bodenverhältnissen und der Ausdehnung des Waldes abhängig und einem steten Wechsel unterworfen sind. Futterarme Jahre drängen den Viehbesitzer in den Wald, dessen Hilfe er vielleicht seit langer Zeit verschmäht hat. Solche von der Witterung bedingte Notfälle sind es, welche der Waldweide (und Waldgräserei) allerorts und für alle Zeiten einen je nach Umständen sehr hoch zu veranschlagenden, nationalökonomischen Wert verleihen.

§ 32. Es sind also bestimmte Verhältnisse und Voraussetzungen, unter welchen die Waldweide vom Waldbesitzer selbst ausgeübt (Bauern mit Waldbesitz, Gemeinden bei allgemeinem Weidgang, Großgrundbesitzer mit wald- und landwirtschaftlichem Areal) oder von ihm an Dritte gegen Entgelt verliehen wird oder werden kann (an sog. kleine Leute mit einer Kuh oder Ziege, an Schäfer oder Viehbesitzer überhaupt). Der hiebei zu erwartende direkte Nutzen bezw. der Geldertrag werden entscheidend sein, ob der Weideertrag mehr als der Holzzuwachs begünstigt werden soll. Der Wald liefert privat- und volkswirtschaftlich die höchsten Erträge, wenn er die der jeweiligen Wirtschaftsstufe notwendigsten und nützlichsten Produkte enthält. Es ist vorteilhafter, Weide zu benützen, die Vieh und Menschen ernährt, als Holz zu erziehen, das im Walde nutzlos verfault. Oefter wird an den Forstwirt die Aufgabe herantreten, die Waldweide möglichst erträglich zu machen, ohne daß eine Verringerung des Holzwuchses damit verknüpft ist. Ob die Weidenutzung den Hauptertrag des Waldes bildet oder als sog. Nebennutzung die Einnahmen aus dem Walde steigern soll, — in beiden Fällen werden vom Waldbesitzer die günstigsten physiologischen Bedingungen ihres Wachstums hergestellt werden müssen.

§ 33. Auf die drei wichtigsten Faktoren des Graswuchses, die Fruchtbarkeit, die Feuchtigkeit des Bodens und das Maß des Lichteinfalls vermag der Forstmann nicht in gleichem Grade einzuwirken. Da es sich nicht um Anlage eigentlicher Weideflächen handelt, sondern da nur der Graswuchs neben dem Holzwachstum gefördert werden soll, so sind die beiden ersten Faktoren als gegeben anzunehmen; nur der Lichteinfall kann durch Maßregeln des Betriebes gesteigert oder gemindert werden. Auf kleineren Waldblößen, Kahlschlägen, in Verjüngungen, an Waldwegen findet sich von selbst Graswuchs ein, wenn nicht der Boden zu trocken, oder zu arm an Nährstoffen ist. Unter älterem Holze dagegen stellt sich derselbe erst ein, wenn auf natürlichem oder künstlichem Wege ein gewisser Lichtungsgrad eingetreten ist. Je größer der Lichtgenuß ist, um so mehr wird Quantität und Qualität des Graswuchses gesteigert sein. Dieser Einfall des Lichtes auf den Boden ist viel weniger von der Holzart, als von der Betriebsart, d. h. der Erziehung licht oder dicht geschlossener Bestände abhängig. Ausgiebig und fast ununterbrochen kann das Licht im Femel- oder Plenterwalde zutreten; diese Betriebsform ist im Gebirge die herrschende

und ist es wohl früher zur Zeit des allgemeinen Weidgangs fast überall gewesen. Im Hochwalde ist mit eintretendem Schlusse der Lichteinfall fast ganz abgehalten, bis im höheren Bestandesalter die natürliche Lichtung, insbesondere bei Lärche, Eiche, Kiefer eintritt. Das Unterholz des Mittelwaldes gestattet bis zum eintretenden Schusse desselben reichlichen Graswuchs und steht, weil die Flächen innerhalb der Umtriebszeit des Hochwaldes öfters kahl geschlagen werden, im Graserträge zwischen Hochwald und Plenterwald.

Mit dem größeren Lichtgenuß hängt die Qualität des Weidefutters aufs engste zusammen. Die Landwirte nehmen an, daß von gutem Wiesenheu 3 ℔ pro 100 ℔ Lebendgewicht die Sättigung des Viehs bewirken. Die junge Weide hat wegen der größeren Nahrhaftigkeit der Trockensubstanz höheren Nähreffekt, als das Normalheu, so daß von diesem 4 oder 5 ℔ erforderlich werden, um die gleiche Sättigung wie von 3 ℔ Weideheu zu bewirken. Wegen der Beschattung und daher geringeren Nährkraft des Waldweidegrases sind aber nur etwa 2,5 ℔ (Funke) oder 1,5 ℔ (Weidenhammer) Normalheu gleich 3 ℔ Waldweideheu zu setzen.

Ueber die pro ha zu erwartende Quantität von Weidefutter fehlen zuverlässige Angaben. Der genaueste Maßstab, nämlich die Zahl der Stücke Vieh, welches auf einer bestimmten Fläche innerhalb des üblichen Weidezeitraums gesättigt werden kann, ist bei dem entscheidenden Einfluß der Jahreswitterung, der wechselnden Entfernung des Waldes vom Stalle, dem vielfach nötigen Laufen des Viehs im Walde, besonders bei starkem Gefälle, beim regellosen Wechsel des Graswuchses nach Quantität und Qualität des Futters nicht anwendbar.

Der Pachtgelderträg oder der Erlös beim Verkaufe ist außer von den genannten Faktoren auch noch von andern Verhältnissen (Konkurrenz, anderweitiger Futterertrag ꝛc.) abhängig, so daß von ihm auf den Ertrag der Flächeneinheit nicht geschlossen werden kann. Aus diesem Grunde muß sowohl die bodenstatische als die finanzielle Berechnung des Effekts der Waldweide unterbleiben.

§ 34. Rindvieh und Ziegen sind die wichtigsten Thiergattungen in Bezug auf die Waldweide. Die Pferde treten der Zahl nach zurück; die Weide der Schweine aber kann nicht hieher gerechnet werden, da sie aus Bucheln und Eicheln oder Wurzeln, Maden, Mäusen ꝛc. besteht. Die Verbreitung und Zucht der Schafe endlich ist eine lokale, die in der Regel von Großbesitzern betrieben wird. Rindvieh und Ziegen müssen vielfach dem Unterhalt der ärmeren Bevölkerung dienen, die keinen oder nur unbedeutenden Grundbesitz hat und auf die Waldweide angewiesen ist. Schafe und Ziegen können vermöge ihrer Marsch- und Kletterfähigkeit die entlegensten und schwerst zugänglichen, sowie die kärglichsten Weideplätze ausnützen, welche für Hornvieh nicht erreichbar, gefährlich oder wegen des Verlustes an Milchproduktion unrentabel sind. Bei hinreichend vorhandenem Futter pflegen Hornvieh und Schafe die Holzpflanzen nicht anzugehen, mehr Neigung dazu haben die Pferde, während die Ziegen Laub und Knospen mit Vorliebe verzehren. Auf nassem oder bergigem Terrain schaden die Schafe und Ziegen weniger durch den Tritt, als Rindvieh oder gar Pferde.

§ 35. Die Ausübung der Waldweide muß geordnet und geregelt sein, damit der Schaden durch das Weidevieh auf das geringste Maß beschränkt wird. Die verschiedenen Arten des Viehs müssen getrennt und je einem besonderen Hirten unterstellt werden; die Zahl darf nicht so groß sein, daß ein Hirte sie nicht mehr leicht überwachen kann. Schnelles und eiliges Durchtreiben muß verboten werden. Nach nasser Witterung sind gewisse Waldteile zu schließen, wo durch den Tritt in Verjüngungen, an Wegen, Böschungen, Gräben Schaden angerichtet werden könnte. Desgleichen ist die Hut zu verbieten in jungen Beständen, so lange durch den Viehverbiß Schaden angerichtet werden kann. Dies gilt auch für den Weidewald, in welchem die Beschattung Bedingung des Graswuchses und das

einzige Mittel gegen Verödung und Unfruchtbarkeit ist. Stellen im Walde, welche durch Viehtritt verhärtet und der Verjüngung unzugänglich werden, sind gleichfalls von der Beweidung auszuschließen. Um stets genügendes Weidefutter darbieten zu können, ist es zweckmäßig, wenn für die Beweidung der einzelnen Waldteile ein bestimmter Plan festgestellt wird. Damit wird zugleich dem Schaden an jungem Holze am wirksamsten vorgebeugt.

§ 36. Der volkswirtschaftliche Nutzen der Waldweide, welcher in der erhöhten Futterproduktion besteht und der privatwirtschaftliche Vorteil, welcher aus dem höheren Waldertrag erwächst, kommen weniger in Betracht, wo die Waldweide als Kulturmaßregel angewendet wird. Um den verdämmenden und den Holzwuchs schädigenden Unkräuterwuchs zu beseitigen oder wenigstens zurückzuhalten, oder auch um durch den Viehtritt und den Aufbruch des Bodens durch die Schweine die natürliche Verjüngung zu begünstigen, auch um schädliche Insekten zu vertilgen oder zu vertreiben (Schafeintrieb bei Rüsselkäfergefahr), wird in manchen Gegenden die Waldweide ausgeübt. Ihr Nutzen berechnet sich in diesen Fällen nach den Kosten, welche die Abwendung des Schadens verursacht hätte.

4. Die Grasnutzung.

§ 37. In Gegenden, in welchen die Waldweide nicht üblich, oder an Stellen, wo sie wegen des zu befürchtenden Schadens nicht zulässig ist, kann das Gras durch Rupfen mit der Hand oder Schneiden mit Sichel und Sense genutzt werden. Diese letztere Art der Nutzung muß mit genügender Vorsicht ausgeübt werden, damit nicht Schaden durch Abschneiden junger Pflanzen angerichtet wird. Die Nutzung geschieht je nach den klimatischen Verhältnissen 1—2 mal während des Sommers. Entweder wird die zu nutzende Fläche in Loosen verpachtet oder es werden sog. Grasscheine ausgegeben, auf Grund welcher einzelnen Personen das Recht der Nutzung erteilt wird. Letzteres wird in der Regel bei Grasnutzung in Jungwüchsen der Fall sein, während Waldwiesen, Wege, Böschungen, Blößen und Lichtungen in Althölzern verpachtet werden können.

Da und dort wird das Sammeln von Grassamen auf dieselbe Weise gestattet. Das Einsammeln von Arzneikräutern wird meistens ärmeren Leuten ohne Entgelt erlaubt.

§ 38. Das gesammelte Gras wird von der landwirtschaftlichen Bevölkerung teils als Futtermittel, teils als Streumaterial verwendet. Das Seegras (Carex brizoides) kommt in der Regel in den Handel und dient verschiedenen Industrieen.

Der Ertrag ist nach Quantität und Qualität von denselben Faktoren abhängig, die bei der Weidenutzung namhaft gemacht worden sind. Bestimmte Zahlen lassen sich aus den oben entwickelten Gründen nicht angeben. Allein es ist zweifellos, daß die in Jungwüchsen, namentlich Reihenkulturen erwachsene Grasmenge hinter dem Ertrag mittelguter Wiesen (1000—1500 Kg. Heu pro ha) in günstigen Jahren der Quantität und vielfach auch der Qualität nach nicht zurückbleibt. In manchem Verwaltungsbezirke beträgt die Einnahme 1 M. und darüber pro ha der Gesamtfläche (nicht der auf Gras genutzten Fläche). Die Preise hängen vom Ausfall der Heu-, bezw. Stroherernte ab; je geringer die Ernten, um so gesuchter ist der Zuschuß aus dem Walde und umgekehrt.

§ 39. Außer den erhöhten Einnahmen aus dem Walde gewährt die Grasnutzung die weiteren Vorteile, daß der Jungwuchs vor Verdämmung geschützt, die Frostgefahr durch Verminderung der Wärme ausstrahlenden Oberfläche verringert und die Austrocknung des Bodens durch Beseitigung des Wasser verdunstenden Graswuchses vermindert wird.

Diesen Vorteilen steht die Ausfuhr von Mineralstoffen aus dem Walde entgegen. 1000 Kg. Heu, die in Kulturen, also im vollen Lichte erwachsen sind, entziehen dem Boden pro ha (nach Wolff) 72 Kg. Reinasche, worunter 13 Kg. Kali und 3 Kg. Phosphorsäure sich befinden. Es hängt daher vom Reichtum des Bodens an Nährstoffen ab, ob und in

welcher Zeit eine Erschöpfung der Bodenschichte an löslichem Nährstoffkapital eintritt. Eine Vergleichung ergibt, daß die Grasnutzung an einzelnen Nährstoffen, z. B. an Kali dem Boden mehr entzieht, als die Streunutzung.

Wenn auch an manchen Stellen ein Rückgang des Grasertrags im dritten und vierten Jahre bemerklich ist, oder wenn längere Zeit auf Gras genutzte Flächen ein kümmerliches Wachstum nach der Kultivierung zeigen, so ist im allgemeinen der an sich zweifellos schädliche Grasentzug in seinen Folgen deshalb weniger zu Tage tretend, weil der Verbrauch von Mineralstoffen durch die gesteigerte Einwirkung der Faktoren der Verwitterung (Wärme, Regen, Luft) auf den bloß gelegten Boden hinlänglich ersetzt wird.

5. Die Gewinnung von Futterlaub.

§ 40. In den Landstrichen am Mittelmeere, in einzelnen Alpenthälern, da und dort auch im Mittelgebirge, in der ungarischen Ebene ꝛc. werden das Laub und die Nadeln der Waldbäume als Futter für Ziegen und Schafe, weniger und nur in Notjahren auch für Rindvieh benützt. Mit Ausnahme von Kiefer und Lärche wird das Laub aller Holzarten verwendet; doch gelten als besonders nahrhaft das Laub von Ahorn, Esche, kanadischer Pappel, Linde, Ulme, Eiche, Sahlweide, Akazie. Die chemische Zusammensetzung zeigt einen Proteïn- und Nährstoffgehalt des Laubes, welcher demjenigen des Wiesenheus fast gleichkommt. Ueber den wirklichen Nähreffekt sind nur empirische Resultate in geringem Umfang bekannt; entscheidende Untersuchungen über die Verdaulichkeit des Laubes fehlen noch vollständig. Für die waldarmen Gegenden Dalmatiens und Ungarns ist wiederholt der Vorschlag gemacht worden, eigentliche Futterlaubwaldungen anzulegen.

Das Laub wird entweder mit der Hand von den Stockausschlägen des Niederwaldes und Unterholzes im Mittelwald abgestreift, oder es werden die Schosse abgeschnitten und das Laub mit ihnen getrocknet. Die Ausschläge werden in lockere Bündel gebunden und womöglich unter Dach gebracht, da das Laub nach dem Beregnen schwarz und unbrauchbar wird. Pro ha Eichenniederwald werden 1200—2500 kg samt Aesten geernet, wovon etwa 40% genießbar sind [51]). Dieses Quantum entspricht 400—800 kg Heuwert.

Die Anzucht und Nutzung findet mittelst Kopfholz- und Schneitelbetrieb statt, oder es werden im Niederwald die überschüssigen Triebe ausgeschnitten. Da die jungen Triebe und Blätter am nahrhaftesten unmittelbar nach der vollen Entwicklung sind, so fällt ihre Ernte in die Periode, in welcher sie den höchsten Gehalt an Mineralstoffen haben. Der erhebliche Entzug an solchen ist nur bei Beschränkung auf eigentliche Notjahre ohne Schaden für die mineralische Kraft des Bodens zulässig. Eine Verminderung der Holzproduktion ist bei der Ernte des grünen Laubes unvermeidlich.

51) Oe. V. 14, 224.

IX.

Forstbenutzung.

c. Transportwesen.

Von

C. Schuberg.

I. Allgemeine Erörterungen über den Begriff, Zweck und die Leistungen forstlicher Bringungsanstalten.

§ 1. Für jede ständige Gütererzeugung muß man nach Einrichtungen streben, welche die Erzeugnisse rasch, sicher und billig in den Bereich des Verbrauchs bringen lassen. Die Forstwirtschaft liefert in waldreicher Gegend massenhafte, schwerfällige Stoffe weit über den nächsten Bedarf und muß einen lohnenden Markt für den Ueberschuß suchen. Der erzielte Preis ist mit Erzeugungs- und Fracht-Kosten belastet, welche mit der Entfernung vom Markte zunehmen und dort die höchsten sind, wo die Bringungsanstalten auf tiefster Stufe stehen. Bei sonst gleichen Bedingungen vermindert sich der Frachtsatz auf die Einheit der Weglänge mit der größeren Leichtigkeit, Sicherheit und Raschheit des Bezugs, sowie mit der besseren Ausnutzung und Schonung der Fuhr-Mittel und Kräfte auf besserer Bahn; die Frachtunterschiede ungleicher Entfernungen vermindern sich zu Gunsten der größeren. Dies begünstigt die Preisausgleichung und die Begegnung von Ausgebot und Nachfrage.

Noch mehr wie für die anderen Gewerbe des Boden-An- und Abbaues ist für das forstliche die Verkehrspflege eine Lebensfrage, weil der Preis seiner Erzeugnisse der niedrigste im Verhältnis zu den hohen Frachtkosten zu sein pflegt und bei jeder Wirtschaftsweise geringwertige Stoffe miterzeugt werden müssen, welche weitab vom Markte unverwertbar bleiben und bei den Betriebsweisen mit kleinstem Vorratskapital den größten Prozentsatz ausmachen. Zu den ersten Bedingungen für die Regelung der Absatzverhältnisse ist daher die Beschaffung guter Bringungsanstalten zu zählen, welche die Erzeugnisse im Waldesinneren leicht sammeln und nach außen zu den Bedarfsorten auf jede Bedarfszeit mit den geringstmöglichen Kosten bringen lassen.

Anstalten zum verführen im oder auf dem Wasser können örtlich dem Landwege zur Seite oder mit ihm im Wettbewerb stehen. Im Waldesinnern können die Wasserstraßen nur den Verkehr nach außen aufnehmen; mannigfache Bringungsanstalten zu Lande haben ihnen die Erzeugnisse zuzuführen. Die Wertsminderungen und Verluste bei der Flößerei drängen mit steigendem Holzwert indessen immer mehr zur Förderung auf der Achse, soweit nicht Verschiffung möglich. Die streng-wirtschaftliche Natur der Waldbenutzung fordert

schlichte, schmucklose Bauweisen, mehr in den Ausmaßen, der Stoffwahl und den Kostensätzen, als in den Formen örtlich bedingt; nur teilweise in ständigem Gebrauch, bald ausschließlich für eigenen Betrieb, bald mit Bahnung für alle üblichen Fuhrwerke der Gegend.

Erst die genaue forstliche Ortskenntnis befähigt zu einem Urteil, welche Bau- und Förderungsweisen passen und ausführbar sind und bei welchem Aufwand sie sich lohnen. Die Leiter des forstlichen Betriebs müssen dessen Anforderungen kennen, zwischen den Vorteilen größerer Tauschfähigkeit und dem Bauaufwand das richtige Verhältnis abwägen; die Forstwirte also müssen das Verständnis dafür besitzen, wie die Bringungsanstalten als wirtschaftliche Unternehmungen in's Werk zu setzen und zu handhaben sind. Auch die rasche Behebung unvermeidlicher Abnutzungen, Beschädigungen oder Betriebsstörungen muß den Betriebsbeamten selbst obliegen. Sie müssen die geeigneten Ersatzstoffe, die nächsten orts- und arbeitskundigen Kräfte kennen, verfügen auch am ehesten darüber. Mindestens müssen ihre Kenntnisse soweit reichen, daß sie mit Bauverständigen beim Entwurf und bei der Ausführung zusammenwirken, das wirtschaftliche Beste dabei wahren, als die bestellten Verwalter die Lieferungen und Gedinge abschließen und darüber abrechnen können.

Durch die Bringungsanstalten wird der gesamte Wirtschaftsbetrieb und Geschäftsverkehr beeinflußt. Sie bedeuten neben Vermehrung des Waldkapitals und Ausdehnung der Arbeitsthätigkeit zu größerem wirtschaftlichen Erfolg — Anbahnung eines intensiveren Betriebs. Auf bisher abgelegene Waldungen äußerte die großartige Umgestaltung des öffentlichen Verkehrswesens sofort ihre Wirkungen. Sie drängte zur besseren Erschließung hin, einschneidende Neuerungen tauchten helfend auf. Sie versprechen große Ersparnisse an Kraft und Zeitaufwand gegenüber den bisherigen Arten der Lastenhebung und -Förderung, verlangen aber auch neue Aufwendungen und deßhalb ein eingehendes Kennenlernen ihrer Verwendungen und Vorteile.

Die Erfolge verschiedener Wirtschaftsweisen lassen sich nicht feststellen, wenn die Wirkungen der örtlich zulässigen Bringungsanstalten für den allgemeinen Verkehr oder für den Selbstbetrieb auf festen und verlegbaren Bahnen mit eigenen Heb- und Fahrzeugen außer Rechnung gelassen werden.

§ 2. Eine forstliche Bringungsanstalt ist jede Anlage, welche dem örtlichen Verkehr im Walde und nach außen behufs der Ablieferung der Walderzeugnisse an die Empfänger dient und zu diesem Zwecke hergestellt wird. Die Anlage ist entweder eine ständige, indem sie regelmäßig die Förderung an bestimmte Plätze vermittelt, oder eine bewegliche (verlegbare), indem sie nach Bedarf auf andere Verkehrslinien verbracht wird. Im ersteren Falle kann sie Land- oder Wasserweg sein. Die Anlagen zu Lande, welche den Wald selbst zu seiner wirtschaftlichen Ausbeutung durchziehen und durch Verebnung den Waldboden in bestimmter Richtung und Breite anderer Verwendung auf die Dauer entziehen, heißt man Waldwege; jene dagegen, welche an und über dem Boden zu gleichen Zwecken aus Schwellen und Schienen zusammengefügt werden, Waldbahnen.

Der Hauptzweck aller dieser Anstalten ist die Gewinnung und Förderung des Holzes, als wichtigstes und massigstes Walderzeugnis. Nebenzwecke, welche gleichzeitig dadurch sich erreichen lassen, sind jene der Ausbringung sonstiger Nutzungen, der Erleichterung der Verwaltung, der Jagd und des Schutzes, der größeren Sicherheit, auch des Naturgenusses.

Ihre Herstellung setzt so hohe Walderträge voraus, daß sie die Kosten der Anlagen, ihrer Unterhaltung und der Förderung selbst zu decken versprechen, also einen nahen oder durch öffentliche Verkehrslinien erreichbaren Markt, auf welchem die Walderzeugnisse zu befriedigendem Preis Absatz finden. Die Unsicherheit, welcher in dieser Beziehung die Waldbesitzer an vielen Orten ausgesetzt waren, hat die Entwicklung des forstlichen Bringungs-

wesens lange aufgehalten. Beim Eintritt günstigerer Verhältnisse erwiesen sich jedoch die Vorteile guter Einrichtungen im Vergleich mit den Mißständen der Weglosigkeit so handgreiflich, daß einsichtige Forstwirte sich gedrängt fühlten, die Erschließung ihrer Waldungen ernstlich und eifrig zu betreiben. Die Vorteile sind vielfache:

1. Schonung des Waldbodens und der Bestockung, besonders an Abhängen.

2. Vermeidung von Wertverlusten an dem zu verbringenden Holze.

3. Bessere Lagerung und Abtrocknung, dadurch raschere Gewichtsverminderung.

4. Ertragsteigerung durch bessere Sortierung, leichteres Ausbringen ganzer Nutzholzstämme, Verkäuflichkeit der bisher wertlosen Holzsorten (Stangen, Reis- und Stockholz) und Nebennutzungen.

5. Beseitigung der Nachteile des Zwischenhandels,

6. Verminderung der Erntekosten, Schonung der Waldarbeiter und Besserung ihres Verdienstes.

7. Unterstützung der Waldeinteilung, der Regelung der Hiebsfolge, der Verwaltung und des Forstschutzes, besonders aber

8. Verminderung des Zeit- und Kostenaufwandes für die gesamte Ausbringung der Walderzeugnisse (Schonung der Tiere, der Fahrzeuge und des Geschirrs, Kraft- und Zeitersparnis).

Die Leistungen der bewegenden Kräfte werden durch den Reibungswiderstand des rauhen Waldbodens geschwächt und gehemmt. Der Widerstand ist bezüglich der Förderungsbahn, der Förderungs-Arten und -Mittel von zweierlei Art: (gleitende) Reibung am Boden beim Schleifen und Ablassen („Riesen") der Baumschäfte und beim Schlitten des Holzes oder bei absichtlicher Hemmung der Fuhrwerke durch Radschuh und Bremse — rollende Reibung beim Räderfuhrwerk (neben der gleitenden Achsenreibung). Die gleitende Reibung wächst mit der Rauhheit der Reibungsflächen des Bodens und der bewegten Körper und im Gewichtsverhältnis der letzteren. Die Bodenverebnung regelt beide Arten des Widerstands und beseitigt die Hemmungen und Schäden durch Stoß und Schlag. Die rollende Reibung bereitet zwar einen kleineren, aber nach der Beschaffenheit der Bahn immer noch sehr verschiedenen Widerstand. Bei gleicher Zugkraft und Belastung auf wagrechter Bahn, für gewöhnliche vierrädrige Wagen und 1 m Geschwindigkeit in einer Sekunde bestehe das Verhältnis

K (bewegende Kraft): S (= W + G d. i. Gewicht des Wagens und der Ladung) = 1 : n = ρ oder wenn K = x (Zahl) . k (mittlere Zugkraft einer Tierart),

$$(W + G)\,\rho = x \cdot k$$

so ergibt sich

1) für eine bestimmte Ladung die nötige Zugkraft oder Zahl der Tiere

$$x = \frac{(W + G)\,\rho}{k} \qquad \text{I)}$$

2) für eine bestimmte Zugkraft und Bahnbeschaffenheit das förderbare Ladungsgewicht

$$G = \frac{K}{\rho} - W \qquad \text{II)}$$

Wäre beispielsweise ρ (der Koeffizient der nötigen Zugkraft) erfahrungsgemäs

a) für eine Fahrbahn in lockerem Sand = 0,125
b) „ „ „ in leichtem Boden = 0,06
c) „ „ regelrechte Straßenbahn = 0,025

und in allen drei Fällen K = 70 Kg (Zugkraft eines Pferdes), G = 4500 Kg
W = 1200 „

so erforderte der Fall a b c
Zugtiere 10 5 2

oder nach Gleichung II) wäre
im Falle a. der beladene Wagen nicht
„ „ b. die Ladung nur in vier Fahrten
„ „ c. dagegen in einer Fahrt fortzubringen.

§. 3. Die Mannigfaltigkeit der forstwirtschaftlichen Betriebsweisen, der Bodenzustände und Geländeformen, der Holzaufbereitung und Absatzverhältnisse, der örtlich verfügbaren und zulässigen Zug- oder Triebkräfte und Fahrzeuge, sowie die Ungleichheit der Erträge und Löhne erfordern auch ein wohl erwogenes Anpassen der Bringungsanstalten an die Bedingungen der Oertlichkeit.

Einfache Waldverhältnisse mit einer Wirtschaft, welche nur kleinere leichte Holzsorten liefert, wie z. B. aller Niederwald, erfordern auch nur einfache Bringungsanstalten.

Der Hoch- und Mittelwaldbetrieb in ebener Lage bedarf mindestens einiger Hauptwege in Verbindung mit einfachen Seitenwegen, auf welchen die Erzeugnisse auf die ersteren zur Abfuhr zusammengebracht werden.

In Gebirgswaldungen, wo die Erzeugung von Starkholz im Vordergrund steht und dasselbe in ganzen Stämmen fortgebracht werden soll, müssen wenigstens die Thäler und die Verbindungen der Thalgebiete mit tragfähigen und gut fahrbaren Hauptwegen versehen und entweder mit gut gebauten Seitenwegen oder mit einem passenden System anderer Förderbahnen verbunden werden, welche das Stark- und Kleinholz für sich in verschiedener Weise an die Hauptwege oder Sammelplätze liefern.

Erstrecken sich große Waldungen weit in das Hochgebirge hinauf mit steilen Wänden, vielen Unterbrechungen durch Schluchten, Fels- und Trümmerhalden — sind außerdem wenige und theure Fuhrwerke verfügbar, so ist der Bau von Fahrwegen thunlichst zu beschränken, wogegen solche Förderweisen zu entwickeln sind, mit welchen das Holz auf geneigter Bahn durch sein Eigengewicht zu Thal gelangt.

Je theurer und schwieriger der Wegbau und die Beschaffung der Zug- und Arbeitskräfte, desto mehr ist die Anwendung von Förderbahnen für mechanische Zug- und Triebkraft geboten. Selbst in der Ebene wird, wenn der Boden von Natur zu nachgiebig ist und Nutzholzwirtschaft herrscht, in der Neuzeit mit bestem Erfolg die Einführung von Waldbahnen angestrebt, welche große Lasten mit geringstem Kraftaufwand rasch und leicht auf Rollwagen über ihr Schienennetz aus den Holzschlägen zu den Verbrauchsorten oder den öffentlichen Verkehrslinien verbringen lassen.

Durchziehen oder berühren Gewässer die Waldungen, so dienen sie je nach ihrer Beschaffenheit und jener der fortzubringenden Hölzer (Lang- oder Kurzholz, Roh- oder Schnittholz, Brennholz) zum Verschiffen oder zur (gebundenen oder ungebundenen) Flößerei.

Zu Lande sind im wesentlichen folgende Bringungsanstalten zu unterscheiden:

A. Zum allgemeinen Fahrbetrieb.

1. Fahrwege oberer Ordnung oder Hauptwaldwege [1]) in unmittelbarer Verbindung mit den öffentlichen Verkehrswegen in ständigem Gebrauch, daher mit vollem grundsätzlichem Ausbau für schweres Fuhrwerk.

2. Fahrwege mittlerer Ordnung, in aussetzendem Gebrauch, zur Verbindung zwischen den Wegen oberer und unterer Ordnung, mit beschränktem örtlich verschiedenem Ausbau und mittlerer Bahnbreite.

3. Fahrwege unterer Ordnung oder Nebenwege, gutgebahnte Erd- oder Schotterwege, zuweilen mit Holzbahn (Knüppelwege) mit geringster Bahnbreite, zum Sammeln der Ladungen für die Abfuhr auf den Hauptwegen.

B. Zum eigenen Fahrbetrieb.

4. Schienenwege (Rollbahnen).

a) ständige, mit festverlegten Geleisen,

b) bewegliche, mit tragbaren Geleisen, zum Gebrauch mit Fahrzeugen, deren (schmale) Spurweite gerade ihrer Schienenbahn entspricht.

5) Schleifwege, zur Fortschaffung des Stammholzes aus den Holzschlägen auf dem Lottbaum mit Zugtieren, höchstens mit der Bahnbreite der Nebenwege. (A. 3)

6. Rieswege, zum Fortschaffen ganzer (entrindeter) Stämme und Stangen durch freies Fortgleiten mittelst des Eigengewichts auf hergestellter Gleitbahn:

a) Stammholzriesen,

---

1) Die öffentlichen Verkehrstraßen dienen zwar ebenfalls zur Holzabfuhr und ersparen manche forstliche Anlage, entziehen sich aber der Unterordnung unter die forstlichen Betriebszwecke.

b) Stangenholz- und

c) Drahtseilriesen.

7. Schlittwege (Ziehwege), schmale Erdbahnen, meist mit Querhölzern, zur Holzförderung auf Handschlitten an die Lagerplätze oder Floßbäche.

C. Zum Kleinverkehr.

8. Saum- und Reitwege, schmale Erdbahnen zur Förderung kleiner Lasten auf Saumthieren oder zur Personenförderung.

9) Fußwege (Hut- und Pürschpfade) zum Verwaltungs-, Schutz- und Jagddienst.

C. Aushilfs- und Notbahnen.

§ 4. Die vielen Besonderheiten des forstlichen Bringungswesens in seinem innigen Anschluß an die Wirtschaft mußten allmählich auch eine besondere Litteratur hervorrufen, welche sich auf die örtlichen Erfahrungen, Uebungen und Regeln stützt und als forstlich-bautechnische sich darstellt.

K. F. V. Jägerschmid, Handbuch für Holztransport- und Floßwesen, Karlsruhe 1827; H. Karl, Anleitung zum Waldwegbau, Stuttgart u. Tübingen 1842; Neidhardt, Waldwegbau, 1852; L. Dengler, Weg-, Brücken- und Wasserbaukunde für Land- u. Forstwirthe, Stuttgart 1863; K. Scheppler, Das Nivelliren u. der Waldwegbau, 2. Aufl., Aschaffenburg 1873; Dr. Ed. Heyer, Anleitung zum Bau von Waldwegen, Gießen 1864; K. Schuberg, Der Waldwegbau und seine Vorarbeiten, 2 Bde., Berlin 1873 u. 1874; Dr. H. Stötzer, Waldwegebaukunde, 2. Aufl., Frankfurt a. M. 1885; G. R. Förster, Das forstliche Transportwesen, Wien 1885; Ad. Runnebaum, Die Waldeisenbahnen, Berlin 1886.

Sonderschriften über Waldwegnetzlegung und Waldeinteilung sind:

E. Braun, Ueber die Anlage von Schneisensystemen, 2. Aufl., Darmstadt 1871; C. Mühlhausen, Wegenetz des Lehrforstreviers Gahrenberg, Frankfurt a. M. 1876; Dr. H. J. Räß, Waldwegenetz u. Waldeintheilung im Gebirge, München 1880; Dr. H. Martin, Wegnetz, Eintheilung u. Wirthschaftsplan in Gebirgsforsten, Münden 1882; Ad. Runnebaum, „Welche Gesichtspunkte sind bei der Forstvermessung u. beim Entwurfe des Waldwege- u. Distrikts-Netzes zu beachten"? (in der Festschrift der Forstakademie Eberswalde, Berlin 1880).

Als Hilfsbücher stellen sich dar: Dr. Ed. Heyer, Tafeln zur Erdmassenberechnung beim Bau der Waldwege; Dr. F. Grundner, Taschenbuch zur Erdmassenberechnung bei Waldwegebauten, Berlin 1884.

Wertvolle Beiträge sind in den forstlichen Zeitschriften enthalten, wovon erwähnt seien:

Neue Jahrb. d. Forstk., 2. Folge, II. Bd., 1. H. v. 1851 (Anleitung zum Waldwegebau). Mittheil. des k. bayr. Minist. F.B. III. Bd. 1. H. über Schlittwege u. III. Bd. 2. H. Die Holzbringungsmittel in den oberbayr. Salinenwaldungen. A. F. u. J.Z. v. 1857 (Faustmann, Der Waldwegebau im Basaltgebirge) u. Suppl. H. 3 des VI. Bandes (der Waldwegebaubetrieb in Kurhessen). Z. f. F. u. J. VI. Bd. 1. H. u. VII. Bd. 1. H. (O. Kaiser, a. über Wegenetzlegung u. forstl. Eintheilung, b. Aphorismen über Waldwegebau). C.Bl. f. d. g. F., Wien (Juni- u. Nov.-H. v. 1875 über „Rieswege" u. Jan.-H. v. 1877 „Erd- u. Felsbewegungsarbeiten in den Staatsforsten der Steyermark" u. s. w.). Verhandlungen bei d. VIII. Versamml. der deutschen Forstmänner zu Wiesbaden 1879. Oest. F. 4. Jahrg. 1886 (Nro. 1—4. „Die Einführung der Schienenwege in den forstl. Betriebsdienst"). Die Litteratur über Waldbahnen siehe weiter unten in § 46.

§ 5. Um Lasten mit dem geringsten Kraftverlust fortzubewegen, müssen die Hindernisse des rauhen Waldbodens durch Ebnung in der Längsrichtung und in genügender Bahnbreite beseitigt, es muß eine Wegbahn hergestellt werden, welche jederzeit nach Bedarf dem Gebrauch offen steht. Hiezu sind Messungen und Absteckungen mit einem Nivellierinstrument nötig, welche im Längenprofil und in den Querprofilen ersehen lassen, wie weit die Bodenoberfläche von der künftigen Bahnfläche abweicht und um wieviel sie in der Längsrichtung und quer dazu von Strecke zu Strecke steigt oder fällt. Den Messungen der Gefälle liegt die Wagelinie (Richtung des „scheinbaren Horizonts") und die Lotlinie zu Grunde; sie können durch einfache Vorrichtungen — aus dem Gleichgewicht einer Flüssigkeit, dem frei hängenden Lot — jederzeit gefunden werden, um das Maß der Abweichung geometrisch zu bestimmen. Auf die wag- und lotrechte Linienmessung und die Winkelmessung in den Flächen beider Richtungen stützen sich alle für den Wegbau erforderlichen Aufnahmen.

Eine Wegbahn liegt entweder in der Fläche der Wagelinie, ist eben, wagrecht, oder

ist in ihrer Längenrichtung geneigt, schief. Das Gefälle der Mittellinie einer schiefen Bahn kann durch die Messung des spitzen Winkels bestimmt werden, um welchen dieselbe von der Wagelinie abweicht, oder durch das Verhältnis des Höhenabstands je zweier Punkte in der Linie zu ihrer wagrechten Entfernung. Als Verhältniszahl läßt es sich

a) im Prozentsatz (p) der Entfernung $= L$ zu der Höhe $= h$ ausdrücken:

$$p = 100 \frac{h}{L} \text{ oder } h : L = 0{,}0\,p$$

b) mit Beziehung der Höhe auf 1000 Einheiten von L:

$$z = 1000 \frac{h}{L} = 10\,p$$

c) durch Beziehung der Weglänge L auf die Einheit von h, in welcher erstere x mal enthalten ist:

$$x = L : h.$$

Da auch $p = \frac{100}{L : h}$, so ergibt sich leicht

$$p \text{ aus } \frac{100}{x} \text{ und } x \text{ aus } \frac{100}{p}.$$

Es wäre z. B. $L = 270$ m und $h = 6{,}75$ m, so berechnet sich p zu 2,5% (Gefälle oder Steigung) und x zu 40 (d. h. auf 40 m Weglänge kommt 1 m Steigung).

d) Aus dem Neigungswinkel leitet man das Gefällverhältnis trigonometrisch ab. Wenn z. B. die Neigung α^0, so ist für den rad. 1

$$0{,}0\,p = \operatorname{tg} \alpha \text{ und } h = L \,.\, \operatorname{tg} \alpha.$$

Am häufigsten ist der Prozentsatz im Gebrauch.

Die Messungs- und Rechnungsfehler, welche durch Nichtbeachtung des „wahren Horizonts" (d. i. die dem Meereshorizont folgende Wölbungslinie oder Fläche) entstehen, sind bei den üblichen kleinen Abständen der Wegabsteckungen unerheblich und treten vor den Vorteilen der Arbeitsvereinfachung, welche die Annahme des scheinbaren Horizonts gewährt, weit zurück.

Die Messungsarbeiten, welche die Bestimmung der Längen- und Höhenabstände mehrerer Punkte einer Geländelinie oder Fläche bezwecken, um die bestehenden regellosen Gefällverhältnisse festzustellen und ihre Regelung zur Herstellung einer wagrechten oder geneigten Bahn einzuleiten, heißt man „Abwägung" (Nivellement). Es bestehen dafür zwei Verfahren:

1. Das Abwägen nach vorwärts oder aus den Endpunkten der Staffellängen:

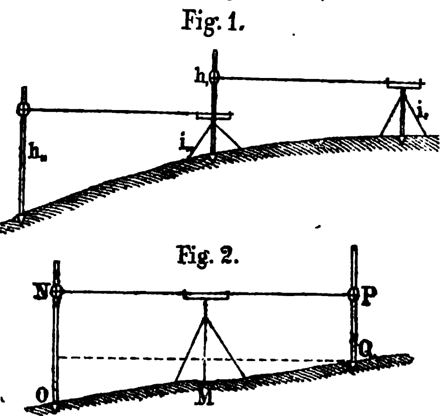


Fig. 1. Fig. 2.

Man stellt am Anfangspunkt das Waggeräte, am folgenden die Nivellierlatte auf, richtet deren bewegliche Scheibe in die Waglinie ein und läßt hier die Lattenhöhe ablesen. Die Differenz zwischen der Summe der Latten ($h_{,} + h_{,,} + \ldots$) und der Geräthöhen ($i_{,} + i_{,,} + \ldots$) oder S(h)—S(i) ergibt alsdann die Gesamthöhe H für die Gesamtlänge L der ganzen Linie. (Fig. 1.)

2. Das Abwägen aus der Mitte.

Man stellt das Waggeräte auf M halbwegs der Endpunkte, auf diese je eine Latte, richtet die Scheiben N und P auf die Waglinie ein und liest die Lattenhöhen $NO = r$ (Rückblick), $PQ = v$ (Vorblick) ab, deren Differenz = Höhenabstand, ohne Ermittlung der Meßhöhe des Waggerätes, welches auch seitwärts der Meßlinie stehen kann. Die Differenz zwischen der Summe der Rückblicke (Sr) und der Summe der Vorblicke (Sv) gibt H. (Fig. 2.)

Das erste Verfahren erlaubt Aufstellungen von wechselndem ungemessenem Abstand

(nach der Sehkraft, dem Fall des Geländes rc.), die einfachsten Geräte, die wenigsten Hilfskräfte und die flüchtigste Behandlung, ist aber ungenauer und verlangt mehr Aufstellungen und Messungen. Es empfiehlt sich zu Kleinaufnahmen und vorläufigem Aufsuchen der Wegzüge. Das zweite gewährt größere Abstände, erläßt die Bestimmung von ii, hebt die Messungsfehler des scheinbaren Horizonts, der Strahlenbrechung u. s. w. auf, ist sicherer, daher zu endgiltigen Absteckungen vorzuziehen.

§ 6. Die Waggeräte sind entweder Senkel- oder Libellen-Geräte. Von beiden Arten besteht eine große Auswahl mit sehr verschiedenem Grad der Leistungsfähigkeit, Leichtigkeit, Handlichkeit, Dauerhaftigkeit und des Wertes. Wo viele und vielerlei Anwendungen nötig sind, wird am besten neben einem zuverlässigen leistungsfähigen, jedoch nicht allzuschweren Libellen-Geräte noch ein einfaches Senkelgeräte (zum Handgebrauch) gehalten.

Außer der Setz- und Bleiwage sind zur Aufnahme der Gelände-Querschnitte, zur Aufrichtung von Lattengestellen u. s. w. als brauchbare Senkelgeräte zu erwähnen: der Quadrantenstock, der Gefällmesser von Bose, Hurth, Boussat, Mathes (bez. Prager), der verbesserte Gefällstock Sickler's, der Patentgefällmesser Mayer's. Verwendbar zu gleichem Zwecke sind die meisten Baumhöhenmesser. Sie werden teils von Hand, teils mit einfüßigem Gestell gebraucht, dienen vorzugsweise zu flüchtigen Gefällermittlungen, zum Aufsuchen neuer Wegrichtungen, zur Absteckung endgiltiger einfacher Bauten in Länge und Breite, überhaupt wo Zeit und Mittel beschränkt sind. Sie erlauben rascheste Aufstellung, verlangen aber ein gutes Auge (mit Ausnahme des Mayer'schen mit sog. Stampfer'scher Röhre) und namentlich ruhige Luft.

Die Libelle für sich, in einfachem Holz- oder Metallkästchen mit Glasverschluß, dient wie die Bleiwage und hat in Verbindung mit einem rechtwinkligen Dreiecks-Gestell die nämliche mehrseitige Verwendung, aber den Vorzug feinerer und stetigerer Leistung.

In Verbindung mit einfachem „Diopterlineal", dessen Enden ein sog. Okular- und Objektivdiopter (Durchstich und Fadenkreuz) tragen, oder der Stampferschen Röhre (messingene Auszugsröhre mit gleichgroßer bikonvexer Linse an beiden Enden, das Fadenkreuz in der Mitte) oder mit astronomischem Fernrohr, mit oder ohne Höhenskala und Horizontalkreis, in verschiedener Verbindung mit einem Dreifußgestell, bestehen sehr mannigfache Libellengeräte. Erwähnt seien als mehrfach im Gebrauche erprobt und selbst zu den feineren Messungsarbeiten im Waldwegbau ausreichend (da sie noch Zehnteile eines Gefällprozentes sicher genug angeben):

Das Stampfer'sche Nivellierdiopter mit der Sickler'schen Höhenskala (Einstellung mittelst Mikrometerschraube und eingeteilter Trommel), mit oder ohne Horizontalkreis mit Nonius;

Das Staudinger'sche Nivellierdiopter mit Höhenskala und Nonius und doppelter Diopter-Vorrichtung (ohne Fernröhre).

Hiezu kommen die sog. Taschen-Libellen-Geräte mit Fernrohr, die Libellen-Geräte mit Boussole und Diopter oder Fernröhre, endlich die sog. Universal-Instrumente.

Die genauesten und bestausgestatteten Libellen-Instrumente sind die leistungsfähigsten im allgemeinen, aber für die vorliegenden Zwecke nicht, da in oft dicht bestocktem Walde, in schwer gangbaren Gebirgslagen die Visier-Hindernisse die Umständlichkeit des Aufstellungs- und Absteckungsverfahrens und den Zeit- und Kostenaufwand zu sehr steigern würden.

Bei den Absteckungen braucht man zu den Waggeräten als Hilfsgeräte:

die Setzlatte oder das Richtscheit zur Messung in der Waglinie,

die Meßlatte, bald mit fester, bald mit beweglicher Zieltafel (in letzterem Falle „Schieblatte" genannt), zu den Gefäll-Absteckungen mit bloßem Auge,

die Skalen- oder Reichenbach'sche Latte mit feinster Längenteilung (bis 1 cm)

zu den Arbeiten mit bewaffnetem Auge (der Vorteil liegt hier in dem genaueren Ergebnis und der gesicherten Ablesung, unabhängig von den Lattenführern);

die Visirkreuze (oder Krücken), deren drei von gleicher Höhe, aber verschiedenfarbigem Anstrich vorhanden sein müssen, um zwischen genau eingemessenen verpfählten Punkten Seiten- oder Zwischenpunkte in beliebiger Zahl auf gleiches Gefälle einzurichten;

Meßlatten, Meßbänder (diese zu flüchtigeren Absteckungen) oder sonstige Längemaße;

Kreuzscheibe, Absteckstäbe (gerade, leicht, mit weißem und rotem Farbanstrich je auf 0,2 oder 0,5 m Länge), Handbeil, Handsäge, Axt und Haue.

Zu guter Leistung ist alles Meß-Geräte reinzuhalten, gegen Nässe, grelles Licht und Beschädigung zu schützen, vor dem Gebrauch an Reibungsflächen einzuölen, zu prüfen und richtigzustellen. Beim Gebrauch ist auf genaue Wägung, Ablesung und sofortige Aufzeichnung zu halten, der Arbeitsgang zu regeln, jeder wichtige Punkt für Nachmessungen durch haltbare Verpfählung zu sichern (Rückmarke bei weichem Boden, am Wasser, bei Felsen oder Gerölle). Bei Durchhieben ist erst vorsichtig aufzuasten, nur nach endgiltiger Annahme einer Linie ein voller Durchhieb zu führen. Der Genauigkeitsgrad und Aufwand richtet sich nach der Bedeutung des Unternehmens.

§ 7. Die ersten Vorarbeiten für Wegherstellungen bestehen in der Untersuchung der Geländeoberfläche in der Längs- und Querrichtung. Für die Geländepunkte, deren gegenseitige Lage zu diesem Zwecke festzustellen ist, muß sowohl der Abstand und die Richtung in der wagrechten Fläche des Ausgangs-Punktes, als auch in der Lot-Fläche in ziffermäßige Beziehungen gebracht werden. Dann ergibt sich im Anschluß an bereits festgelegte Punkte und Linien der Grundriß und Aufriß, auf den scheinbaren Horizont des Anfangspunkts (oder, wenn dessen Meereshöhe bekannt, auf den Meereshorizont) bezogen. Bei dieser „orthographischen Projektion" stehen sämtliche unter sich parallele Linien und Flächen der einen Richtung senkrecht zur anderen.

Drei weitere Vorgänge unterscheiden sich alsdann, nämlich

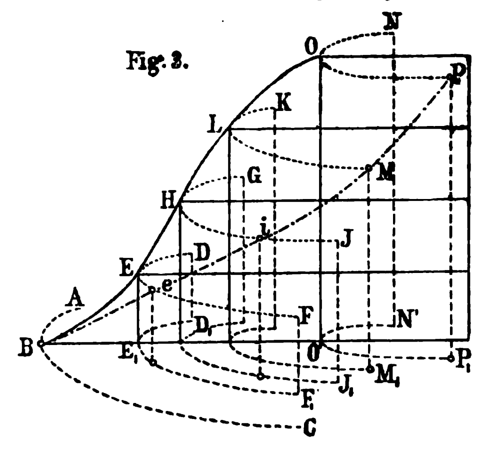
1. die Aufnahme der aufgesuchten Geländepunkte nach ihren natürlichen Höhenunterschieden;
2. die Absteckung regelmäßiger neuer, ebener und geneigter Linien und Flächen über und unter dem Boden in gleichmäßigen Abständen,
3. gleichzeitige Ordnung der Wegmittellinie in geraden oder gesetzmäßig gekrümmten Linien (Kurven).

Die Bodenoberfläche ist im Walde nie regelmäßig und bedarf zur Feststellung ihrer Längs- und Querrichtung der Längen- und Höhen-Bestimmung an so vielen angenommenen Punkten vom Anfangspunkt aus, bis im Wage- und Lotschnitt ein genügendes Bild gewonnen ist. Im Wageschnitt ergeben sich dadurch die Horizontalkurven, im Lotschnitt der Längsrichtung das Länge-, in der Quer- (oder Seiten-)Richtung das Querprofil. Die Richtung und Länge einer Geraden ist durch die Festlegung der Endpunkte bestimmt, jene einer gebrochenen oder Krümmungslinie erst durch die Zerlegung in so viele Teile als Brechungen oder Krümmungshalbmesser vorhanden, deren Längen, Winkel, Halbmesser und Höhenabstände alsdann zu bestimmen sind. Man pflegt hiebei die Linie der Wegrichtung („Zugslinie") durch Hauptpunkte in möglichst gleiche wagrechte Abstände von 10—50 m (Stationslängen) einzuteilen und streckenweise so viele Zwischenpunkte einzuschalten, als zur Darstellung der Profillinien nötig erscheint. Die Hauptpunkte werden verpfählt (Bodenpfahl) und fortlaufend gezählt (Nummerpfahl), die Zwischenpunkte mit beigefügten Buchstaben, Bruchzahlen oder dem Abstand vom Hauptpunkt bezeichnet. In der Längsrichtung ist genaue Verpfählung und Messung der Höhenabstände und sorgliche Beachtung der Wechselpunkte (wo die Durchschnittslinie ihre Neigung nach oben oder unten dreht) wegen der Fehlerfortpflanzung geboten. In der Querrichtung (senkrecht zur Längslinie, bei Krümmungen in der Richtung des größten Gefälles) genügt geringere Messungsschärfe; dagegen werden keine Abstände von mehr als 3 m genommen. Die Nummer

jedes Querstücks ist jene des zugehörigen Hauptpunkts (an welche die Messung sich anknüpfte).

Sind die Querschnitte an die Hauptpunkte des Längeschnittes durchweg angeschlossen und ihre Längen und Höhenabstände vermessen, so ist die Flächenabwägung als unentbehrliche Grundlage einer Bauunternehmung vollzogen. Alle Abwägepunkte jeder Richtung sind in der Wage- und Lotfläche in ein Zahlenverhältnis gebracht, aus welchem das regelmäßige neue Verhältnis nach Anforderung der Bauzwecke abgeleitet werden kann. Da jedoch am gleichen Orte ähnliche Aufnahmen nötig fallen oder für den vorliegenden Zweck Aenderungen, Fortsetzungen oder Erweiterungen eintreten können, so gewährt die durchgreifende Geländeaufnahme und Darstellung ihrer Höhenverhältnisse und Oberfläche auf einem Plane bedeutende Vorzüge. Denn mit Hilfe derselben lassen sich leicht sämtliche jetzt oder später in Absicht liegende Verkehrseinrichtungen übersichtlich und in grundsätzlichem Zusammenhang entwerfen, bevor man sie auf das Gelände einzeln überträgt.

Die Krümmungslinien, welche sich ergeben, wenn man die Bodenoberfläche eines Waldes in gleich großen Höhenstufen auf seiner Grundfläche (Wagfläche des tiefsten Punktes) auf Grund umfassender Höhenmessungen geometrisch einträgt, heißt man „Horizontalkurven“. Man benützt dazu den Waldplan selbst, welcher mit Hilfe der Triangulation vermessen bereits eine große Zahl Höhenpunkte, die Wasserläufe und bestehenden Wege und Einteilungslinien, somit viele Anhaltspunkte bietet. Wenn z. B. an einem Bergrücken (Fig. 3) die untere Umfangslinie gleicher Höhe = ABC, von B nach E,H,L,O gleiche Höhenstufen den Rücken entlang gemessen, von diesen Punkten wagrechte Kurven DEF, GHI . . . NOP gelegt, eingemessen, ferner zur Prüfung die Höhenabstände und die Entfernungen der Kurvenendpunkte bestimmt sind, so läßt sich leicht jedes Kurvenstück auf die Grundfläche eintragen und dadurch im Plane die Bergform D'E'F' . . . N'O'P' darstellen, somit auch, da die senkrechten und wagrechten Abstände im Plane gegeben sind, für eine beliebige Steigung (= p %) die Entfernung berechnen, auf welche von einem unteren Anfangspunkt B über e und i nach M und P zu gelangen ist. Es sei jede Höhenstufe = h, die unbekannte Entfernung = E, so ist



$$p : 100 = h : E \text{ oder } E = \frac{h}{0{,}0p}.$$

Ein völliges Bild zum Ueberblick des Sachverständigen wird schon erzielt, wenn zu den augenfälligen Höhen- und Tiefenpunkten (Kuppen und Niederungen, Einsattlungen, Thalmündungen), welche die Triangulierung liefert, Einzelmessungen längs der Hauptgeländelinien (desto mehr, je wechselvoller) hinzutreten, an den Bergabhängen die Böschungswinkel des größten Gefälls gemessen und in Handrisse eingetragen, weiterhin aber in die letzteren von guten Standpunkten aus, mit häufiger Stellungnahme, Abschreitungen und Kontrollmessungen, nach freiem Auge die Geländebiegungen eingezeichnet werden (mit Vermeidung von Ueberfüllung). Höhenstufen von 10—20 m genügen für die Darstellung. Die Einzeichnung der Kurven beginnt von den trigonometrischen Höhenpunkten aus, nach oben oder unten, je nachdem ein nächsttieferer oder höherer Punkt, dessen Höhe ohne Rest mit h teilbar, ermittelt wurde. Zur Abkürzung des Verfahrens werden Tangenten-Tafeln benützt, welche die jedem Böschungsgrad (bis ½°) entsprechenden wagrechten Kurvenabstände

bis auf Dezimeter angeben. Die genauere Aufnahme einiger geschlossener Kurvengürtel oder -Stücke bringt Sicherheit in diese Art von Geländeaufnahme.

Der trigonometrischen Höhenmessung könnte auch die barometrische ergänzend und ersatzweise zur Seite stehen, um die Zahl bekannter Höhenpunkte für die Geländezeichnung beliebig zu vermehren, und würde für Wegbaukarten namhafte Dienste leisten. Gerade für solche technische Zwecke zeigten sich aber die mit Quecksilber gefüllten Röhren von Manometern und Barometern zu unbequem. Das Bedürfnis führte daher nach unvollkommenen Versuchen zum ersten „Feberbarometer" (von Vidi 1847) [2]) — im wesentlichen eine luftleer gemachte Büchse von wellenförmigem Querschnitt, deren durch den Luftdruck eintretende Dimensions-Aenderungen durch einen Uebersetzungs-Mechanismus vergrößert und gemessen werden.

Die Handhabung eines solchen Feder- oder Metallbarometers ist einfach: meistens hat man nur den Stand eines Zeigers auf einer Teilung abzulesen (möglichst mit rechtwinkliger Visur zur Teilungsebene). Die Ansichten über die Brauchbarkeit der Messungsergebnisse sind jedoch noch geteilt. Das Zifferblatt eines solchen Barometers von z. B. 12 cm Durchmesser ist, dem Quecksilber-Bar. entsprechend, in 16 Hauptteile (63—79 cm) und jeder in 10 ganze (und 20 halbe) Millim. eingeteilt; die Aenderung um 1 Skala-Millim. gibt einen Höhenunterschied von 9—12 m an. Aber die Ablesung mit Schätzung zwischen den halben mm gibt, auf 0° der Temperatur reduziert, nicht die Gradveränderungen des Queck.-Bar. an, da die Luftwärme und jene im Innern des Metall-B. sowie andere Umstände einwirken. Auch scheinen die Erschütterungen unterwegs in ungleicher Weise die Empfindlichkeit der Instrumente zu beeinflussen. Wenn also z. B. zwei Beobachter, von welchen der eine auf gleichem Stand von bekannter Höhe (am „Standbarometer") abliest, der andere von Höhen- zu Höhenpunkt geht („Feldbarom."), dann ihre Ablesungen gleicher Zeiträume mittelst Korrektionstafeln auf 0° Wärme umrechnen, so können dennoch Unsicherheiten von mehreren m Höhe bleiben. Also nur zur Bestimmung von Zwischenhöhen, für welche ein größerer Genauigkeitsgrad nicht verlangt wird, ist der Federbarometer zulässig [3]).

II. Die Anforderungen an den Bau der Einzelstrecken und ihren Zusammenhang im Wegnetz.

§ 8. Gemeingiltige Grundsätze, nach welchen eine Einzelstrecke brauchbar herzustellen und die Gesamtheit der Strecken zu einem Wegnetze planmäßig zu verbinden ist, haben sich durch die logische Folgerung, die Erfahrung und vergleichende Rechnung ergeben.

1. Die leichteste und sicherste Fortbewegung gewähren gestreckte Linienzüge; Abweichungen von der Geraden, bezw. Krümmungen mit kleineren Halbmessern läßt man eintreten, um große Bauhindernisse des Geländes, gefährliche, zu steile oder zu teure Strecken zu umgehen.

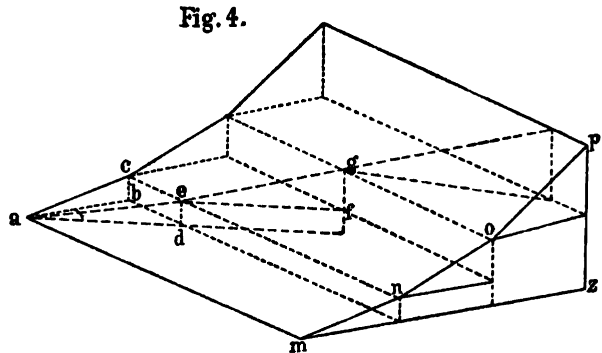
Wenn (in Fig. 4) auf der niedrigsten Höhenstufe $bc = h$ für die kleinste Entfernung $ab = d$ nur mit dem Prozentsatz $p = 100 \frac{h}{d}$ zu ersteigen ist, aber $p_{,} = 100 \frac{h}{D}$ den kleinst zulässigen Prozentsatz ergibt, so muß seitwärts in die Gerade $ad = D$ eingelenkt werden. Da $d : D = \frac{h}{0{,}0p} : \frac{h}{0{,}0p_{,}} = \cos\alpha$, so zeigt der Quotient $p_{,} : p$ den Winkel an, um welchen die Weglinie abgelenkt werden muß. In ähnlicher Weise bedingt die größere Steigung der 2. Höhenstufe ($fg > de$) eine erneute Abweichung und Winkelberechnung zur Fahrbarkeit, Gleichheit des Gefälles, also Biegung der Richtung. Es lassen sich demnach die kürzesten Verbindungen durch Gerade und Einlenkungen im rechten Winkel nur in der Ebene erreichen, denn

2) Vom Erfinder »baromètre anéroide« genannt, d. h. ein Barometer ohne Flüssigkeit. Diese Konstruktion änderte später Naudet und nannte die seinige »barom. holostérique« (ganz starr); sie ist die verbreitetste.

3) Ueber Höhenaufnahmen zu „Terrainkarten" (und insbes. über die Standbarometer-Methode) siehe Hausinger v. Walbeck, Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften I. Bd. W. Jordan, Taschenbuch der praktischen Geometrie (1873) S. 205 u. 236. Marks u. Balke, „D. Terrainrelief, seine Aufnahme u. Darstellung". Berlin 1876. K Haas, „Ueber Höhenaufnahmen". Stuttgart 1878. K. Krug, „D. Anfertigung forstlicher Terrainkarten auf Grund barometrischer Höhenmessungen u. die Wegnetzprojektirung". Berlin 1878. A. F. u. J.Z. v. 1880 S. 228 („Ueber Höhenaufnahmen im gebirg. u. starkbewald. T.). Z. f. F. u. J. v. 1879 S. 65 („Die Terraindarstellung ꝛc.).

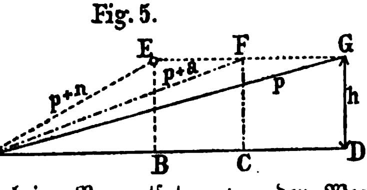
2. Jede Wegbahn ist nur innerhalb bestimmter Gefällgrenzen brauchbar. Die Verbindung zweier Punkte ungleicher Höhe durch eine schiefe Ebene muß der bewegenden

Fig. 4.



Kraft ermöglichen, außer dem Eigengewicht so viele Last (Fuhrwerk und Ladung) zu fördern, daß der Kraftaufwand sich lohnt. Die Lehren der Physik und Mechanik entscheiden dabei. Ein Umweg ermäßigt das Gefälle, ein zu großer aber verteuert zu sehr den Bau. Zur Ersteigung von h (Fig. 5) wird beim Prozentsatz p der Weg $AD = L = l + x$ nötig, beim Prozentsatz $p + n$ der Weg $AB = l$ ($BE = DG = h$ und $BD = x$).

Fig. 5.



Somit, da $$l + x = 100\frac{h}{p} \text{ und } l = 100\frac{h}{p+n},$$

$$x = 100\,h\frac{n}{p(p+n)} = l\frac{n}{p} \text{ und } L = l\left(1 + \frac{n}{p}\right).$$

Eine Gefällsteigerung z. B. von 5 auf 7 % verkürzt den Weg von 140 auf 100 (0,07 . 100 = 0,05 . 140), aber das größte Gefälle droht einen Mehraufwand an Zugkraft und Unterhaltung. Zwischen zwei Extremen vermittelt Erfahrung oder Berechnung das Gefälle $p + a$, welches örtlich entspricht.

Die Gefällgrenzen sind weitere bei gleitender Reibung als bei der geringeren rollenden und richten sich zugleich nach der Art der Bewegungskräfte (tierische oder mechanische):

für Fahrwege oberer Ordnung bis höchstens 8 %
„ „ mittlerer „ „ „ 10 „
„ „ unterer „ . auf kurze Strecken noch 11—12 %

An Wendplätzen, Wegeinmündungen und scharfen Biegungen nicht über 5 %.

Für Reitwege wie bei Hauptwegen.

Für Fußwege bis zu 12, streckenweise noch 15 %.

Für Schleif-, Ries- und Schlittbahnen mindestens 10—12, höchstens 20%.

Für Schienenwege, zu selbstthätiger Bewegung durch das Eigengewicht, 3—5, auf kurzen Strecken 7—8 % mit unmittelbar folgenden Ermäßigungen auf 2—4 %.

3. Gegengefälle sind nur zulässig
a) zur Ersparung großer Umwege,
b) zur Umgehung bauschwierigen, gefährlichen, nicht erwerbbaren (oder zu teuren) fremden Geländes,
c) zur Erreichung wichtiger Zwischenpunkte (Einmündungen, Sattelpunkte, Lagerplätze, Niederlassungen ꝛc.)

4. Jedem Weg muß durch regelmäßige Böschungen die nötige Haltbarkeit und Sicherheit verliehen werden.

Böschung heißt die Abdachungsfläche, welche von der Straßenkante auf- oder abwärts streichend die Bahn beiderseits begrenzt: obere im Geländeanschnitt (Abtrag), untere in der Aufdammung (Auftrag), äußere die thalseits streichende. — Die Abdachungslinie AC heißt „Böschungsprofil", AB (= h) „Böschungshöhe" und BC (= a) „Ausladung", C der „Auslaufpunkt" (Böschungsfuß). Das Böschungsverhältnis wird ausgedrückt 1) durch den Winkel ACB (= β) 2) durch das Verhältnis $\frac{a}{h} = \cos \beta$ (kurzweg β, Böschungskoeffizient), wonach $a = h \beta$.

Fig. 6.

„Einfach" oder ganz heißt die Böschung, wenn $a = h$ ($\sphericalangle \beta = 45^\circ$).

„Halbe", wenn $a = \frac{1}{2} h$, $1\frac{1}{2}$fache, wenn $a = 1\frac{1}{2} h$ u. s. w.

Bei Böden von mittlerer Bindigkeit ist einfache Böschung Regel, nasser oder sehr lockerer Boden verlangt stärkere, sehr fester erlaubt schwächere Ausladung bis zu $\frac{1}{2}$ h, Felsboden enthebt der Abböschung. Künstliche Befestigung gestattet kleinste Ausladung (Ersparnis an Baufläche). Beim Mauerwerk ist der Ausdruck „Anzug" (mit der Ausladung als Einheit) gebräuchlich: $1/n$ Anzug, wenn $n \cdot a = h$.

5. Jene Wegstrecken, welche nicht den trockenen Boden überdammen, werden mit Seiten- oder Straßengräben eingefaßt

a) um das zufließende Wasser (Niederschläge, Quellen) den nächsten Rinnsalen oder künstlichen Versenkungen zuzuführen,

b) die Bauten vor Aufweichung, Abspülung 2c. zu bewahren,

c) diese oder das Nachbargelände gegen Ueberschreitung zu schützen.

Die Ausmaße der Gräben (Fig. 7): ob = w (obere Breite oder Graben-Weite), gs = s (untere Br. oder Grabensohle), og und bs (Böschung) und gt = t (Tiefe) werden durch die Zwecke der Anlage bestimmt — Schutz- oder Wassergräben, bei letzteren durch die aufzunehmende Wassermenge. Bei mangelndem oder langsamem Ablauf größtes Ausmaß. Die Steilheit der Böschung hängt von der Widerstandsfähigkeit der Wände gegen die Angriffe des Wassers ab. Gewöhnlich genügen für w : 0,7 bis 1 m, für s : 0,2 bis 0,5, für t : 0,3 bis 0,5 m.

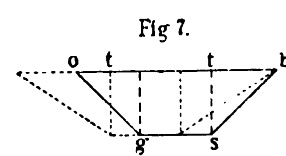


Fig 7.

Die Querprofilfläche Q berechnet sich am einfachsten aus w oder s, t und dem Böschungskoeff. β

$$Q = (w - t\beta)t = (s + t\beta)t$$

(für Gräben mit „einfacher" Böschung also $Q = (w - t)t$). Hieraus ermittelt man die Grabenquerschnitte der üblichen Ausmaße und stellt sie zur Ermittlung der Aushubsmassen und -Kosten tabellarisch zusammen.

Man sucht immer einiges Gefälle herzustellen. Bei einem Straßengefälle über 7 oder 8% hat man die Sohle und Wände zu befestigen oder durch Querschwellen das Gefälle zu ermäßigen.

6. Die Breite eines Weges richtet sich nach der Art und Größe des Verkehrs. „Kronenbreite" heißt der Abstand der Wegkanten. Sie umfaßt also die Breite der Fahrbahn (Stein- oder Schotterbahn) und der Geh- oder Seitenbahnen.

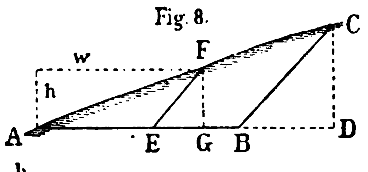
Die „Bauflächenbreite" enthält noch die Grabenweite und Böschungen bis zum Auslaufpunkt. Die angenommene (vorgeschriebene) Kronen- oder Normalbreite wird nie verschmälert, dagegen örtlich oft erweitert (Ausweichstellen, Kehren, Einmündungen, Schotterplätze 2c.).

Mit der Wegbreite wächst

a) die Größe der Baufläche, welche die ertragsfähige Fläche verringert oder erworben werden muß,

b) die Höhe der Anlage- und Unterhaltungskosten,

am Berghang desto mehr, je größer der Neigungswinkel, so daß der wirtschaftliche Erfolg auf Null sinken kann.



Wenn die Neigung eines Berghanges durch Messung von AG = w und FG = h, das Böschungsverhältnis β der Weganlage durch EG : FG bestimmt, die Wegbreite „im Abtrag" AB = a, die Abtragshöhe CD = H ist, so berechnet sich aus $w - h\beta : h = a : H$ und aus $^1/_2$ a . H die Abtrags-Querfläche $q = \frac{a^2}{2} \cdot \frac{h}{w - h\beta}$.

Eine Wegverbreiterung um x führt zu der größeren Querfläche $Q = \frac{(a+x)^2}{2} \cdot \frac{h}{w - h\beta}$ d. h. zu einer von x und dem Neigungswinkel FAG abhängigen Kostenvermehrung.

Beim allgemeinen Fahrbetrieb muß der Bau der Fahrzeuge (Spurweite) und die übliche Beladungsweise beachtet werden; beim Selbstbetrieb kann die Spurweite und Bahnbreite auf die engsten Grenzen eingeschränkt werden. Jede Bahnart soll räumlich genug für die Ladung und Abfuhr, aber für billigste Förderung bemessen sein. Man bemißt meistens

bei Hauptwegen die Fahrbahn zu		4,2 bis 5 m
„ Gehbahn „		0,6 „ 1,2 „
	Kronenbreite	4,8 bis 6,2 m
bei Wegen mittlerer Ordnung	„	4,2 bis 5,0 m
„ „ unterer „	„	3,6 „ 4,0 „
„ Schleif- und Rieswegen	„	2,4 „ 3,0 „
„ Schlitt- und Reitwegen	„	1,8 „ 2,2 „
„ Fußwegen (sog. Hutpfaden, Pürschwegen rc.)	„	0,8 „ 1,5 „
„ Schienenenwegen (für 0,6 bis 0,7 m Spurweite der Geleise)		1,0 bis 1,5 m

7. Die Zugsrichtung und Bringungsweisen müssen so gewählt werden, daß sie den geringsten Bau- und Unterhaltungsaufwand verursachen, die ertragreicheren Waldteile am besten erschließen, die Beibringung erleichtern und die Förderkosten auf den mäßigsten Satz bringen.

Langgestreckte Aufdammungen und Bodeneinschnitte (Hohlgassen), hohe Felsböschungen und Stützmauern verteuern die Anlagen und erschweren den Gebrauch derselben.

Gegen Störungen, Schädigungen und Unfälle müssen schon bei der ersten Anlage sichernde Vorkehrungen getroffen werden, so namentlich

a) gegen Angriffe des Wassers (Stauung, Ueberflutung, Abschwemmung, Unterwühlung), Schneeverwehung, Eisbildung, Lauinen;

b) gegen Erd- und Felsabstürze;

c) gegen Beschädigung durch die Holzbeibringung selbst (Anlassen der Stämme rc.)

8. Aeltere Wege sind zu prüfen, ob und inwieweit ihre Richtung und Zugslinie, Breite, Gefällverhältnisse, ihr Bauzustand u. s. w. ihre Beibehaltung und Einfügung in das Wegnetz rechtfertigt.

§ 9. Größere Waldungen mit geordnetem Nachhaltbetrieb bedürfen auch planmäßiger Bringungseinrichtungen. Kleinbesitz kann nur mit landwirtschaftlichem oder mit dem nachbarlichen Waldbesitz der wirtschaftlichen Ausbeutung erschlossen werden.

Ein betriebsgemäßer Bauplan muß dem Eigentümer (oder den Baugenossen) durch genügende Verzinsung oder andere gleichwertige Vorteile die Bauten durchführenswert erscheinen lassen. Der bisherige jährliche erntekosten- und lastenfreie [4]) Ertrag e entspricht

4) Unter diesem kürzesten Ausdruck sei der jährliche Aufwand an Steuern, Kultur-, Betriebs- und sonstigen Kosten oder Lasten zusammengefaßt.

bei dem angenommenen Wirtschaftszinsfuß p dem Waldkapital W. Die neuen Bauten vermehren dieses Kapital[5]) um die Anlagekosten A, steigern die Betriebskosten durch die Weg-Pflege, vermindern sie andererseits durch die Ersparnisse an den Ernte-, Abfuhr- und Verwaltungskosten rc. und erhöhen zugleich den Ertrag e durch vollkommenere Waldbenutzung und Verwertung (höhere Preise) auf E. Folglich stehen sich vergleichend gegenüber $W \,.\, 0{,}0p = e$ und

$$\frac{W \,.\, 0{,}0p + A \,.\, 0{,}0z = E}{}$$

woraus $A \,.\, 0{,}0z = E - e$ [6])

Diese vermutliche Einträglichkeit kann allerdings nur auf Grund statistischer Erhebungen und von Schätzungen annähernd veranschlagt werden. Aber gewöhnlich stehen bei sparsamer Behandlung des Bauwesens so mannigfache und große Vorteile in Aussicht, daß der gute Erfolg handgreiflich ist. Ratsam ist dennoch die Vergleichung verschiedener Bau-Einrichtungen auf ihren Gesamtaufwand und die mutmaßlichen Vorteile. Einfache Waldverhältnisse (ebener fester Boden, Niederwald oder Brennholz-Wirtschaft) fordern geringeren Bauaufwand, versprechen aber auch wenig Steigerung des Reinertrags. Dürftige geringwertige Bestockung bei ungünstigen Bauverhältnissen (Felsboden, steile, schluchtige Hänge) gibt wenig Aussicht für ausgedehnte Anlagen. Dagegen ist bei reichen Nutzholzvorräten und günstigem Baugrund größter Erfolg zweifellos, schon wegen der namhaften Ersparnisse an Holzhauer- und Rückerlöhnen.

Bei der Auswahl der Bringungsanstalten und ihrer Verbindungsarten spielen die zwei Fragen

I. Allgemeiner Fahrbetrieb oder Selbstbetrieb durch den Waldbesitzer,

II. Benützung lebendiger oder mechanischer Zug- (bez. Trieb-) Kräfte

eine große Rolle.

Je nach Art und Umfang des Waldbesitzes (Groß- oder Kleinbesitz, Staats-, Gemeinde-, Korporations- oder Privatbesitz), nach der Art des forstlichen Betriebs und dem Waldzustand, nach der Verfügbarkeit über Arbeits- und Zugkräfte und der Höhe der Löhne ist die Entscheidung anders zu treffen. *In der Regel gewährt die Verbindung weniger fester Hauptwegzüge von solider Bauart*, welche den Wald dem freien jederzeitigen Verkehr, soweit es thunlich, öffnen, *mit einem Zwischennetz von Wegen mittlerer und unterer Ordnung*, bald für alle Fuhrwerke, bald nur für den Selbstbetrieb, die größte Summe der Vorteile.

Zum öffentlichen Fahrbetrieb müssen Fahrwege für den 4rädrigen Leiter- und Langholzwagen bestehen, welche auch den 2rädrigen Spannkarren und den Spannschlitten zulassen, im Gebirge auch Schleifwege für den Gebrauch des Lottbaumes.

Zur Verdingung des Fahrbetriebs an Unternehmer werden nur Schleif-, Schlitt- und Riesbahnen nötig, welche zudem teilweise von diesen selbst hergerichtet werden und wozu sie Fahrzeug, Geschirr und Zugkräfte stellen oder mechanische Kräfte nebst den eigenen wirken lassen.

Zum eigentlichen Selbstbetrieb, mit Beschaffung aller Einrichtungen, Bestreitung der Instandhaltung, aber auch mit ungeteiltem Genuß des ganzen Gewinnes, eignen sich beinahe allein die Waldbahnen, entweder mit gedungenen Zugkräften oder mit eigenen mechanischen, soweit die Triebkraft des Eigengewichts von Fahrzeug und Ladung nicht ausreicht (unter 3% Gefäll oder bei Gegensteigungen). Sie beanspruchen Schienengeleise, welche

---

5) Dasselbe bleibt jedoch auf gleicher Höhe, wenn der Bauaufwand durch verstärkten Holzhieb gedeckt wird.

6) Oder, wenn der Bauaufwand dem Holzvorrat entnommen wird (Wegaufhiebe, Vorhiebe). $W \frac{p, - p}{100} = E - e$, woraus $p, - p = 100 \frac{E - e}{W}$.

an und für sich ortsübliche Fuhrwerke ausschließen oder nur bedingt zulassen. Hieher gehören auch die Drahtseilriesen [7]).

Die Bringungsanstalten haben die wertvoller gewordene Körperkraft der Waldarbeiter abzulösen und zu unterstützen und hiefür passendere und billigere bewegende Kräfte einzustellen.

Diese haben in einer den standörtlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen gemäßen und lohnenden Weise in gleicher Zeit größere Lasten als es vorher möglich und mit größerer Sicherheit und Unabhängigkeit fortzuschaffen. Ihr Erfolg muß darin bestehen, daß die Bewegungswiderstände an den Bahnen und Fahrzeugen möglichst ermäßigt, die Förderungsergebnisse in Maß und Zeit gesteigert und dadurch die Förderungskosten verringert werden.

Die tierische Zugkraft kann über ihre natürliche Grenze nur auf Kosten der Geschwindigkeit zu Gunsten der Lastvermehrung oder umgekehrt etwas gesteigert werden, ist aber täglich höchstens 8 Stunden verwendbar, um leistungsfähig zu bleiben. Die Leistung ist nur dehnbar durch Verbesserung der Bahnen und Fahrzeuge, aber von der Gattung, dem Schlag, Alter, Gewöhnung, Führung, Witterung u. a. abhängig und an ein kurzes Lebensalter gebunden. Zwar kann die Arbeitsstelle leicht gewechselt, die Leistung oft billig (z. B. in der landwirtschaftlichen Ruhezeit) gemietet werden, dagegen bedingen Wartung, Fütterung und Führung für die Tiere auch mehr Fuhrleute, Geschirre u. s. w. und die Abhängigkeit von der Viehzucht der Gegend, von der Neigung und Beschaffenheit des Waldbodens sind unvermeidliche Schattenseiten.

Die unorganische Zug- (Trieb-)Kraft hat den Vorzug der Verwendbarkeit in beliebiger Zeit und Größe und an jedem Orte, der Gleichförmigkeit der Bewegung, der Regelung und Steigerung der Geschwindigkeit, der Beschränkung und Schonung der Bahnen, der Unabhängigkeit gegen außen, jedoch sie erfordert eigenartige, oft theure Anlagen, deren anderweitige Verwendung mit anderen bewegenden Kräften nicht immer angeht.

Die wirtschaftlichen Zwecke werden daher am besten gefördert, wenn Bringungsanstalten gewählt werden, welche für die örtlichen Verhältnisse die Vorteile wechselnder oder zusammengesetzter Verwendung verschiedener Motoren zu vereinigen suchen. Dabei kann an Kraft und Kosten gespart werden, indem man die sog. tote Last vermindert

(längeres Lagern, Entrinden, Spalten des Holzes),

die Bahnen teils als ständige für bestimmte Förderungsweisen so einrichtet, daß die Förderung die geringsten Widerstände und Hindernisse findet, teils als unständige dann und an jenen Orten, wann und wo man ihrer bedarf und wie die billigsten Motoren sie verlangen,

für leichte und gefahrlose Ladung und Entladung leistungs- und verbringungsfähige Hebzeuge einführt.

In der Ebene werden desto weniger ständige feste Hauptbahnen hergestellt, je teurer ihre Anlage ist und je weniger der Mangel an lebendigen Zugkräften Gelegenheit zu ihrem Gebrauch gibt, so namentlich auf sandigem und moorigem Boden. Nur wenige Arten der Förderung stehen zur Wahl. Im Gebirge sind ganz andere Bedingungen zu erfüllen. Die Nachteile der Unzugänglichkeit der Holzschläge für Spannfuhrwerk, die Schwierigkeiten und Gefahren der Holzausbringung, der drohende Schaden am bleibenden Holzbestand müssen thunlichst durch mechanische Vorrichtungen ausgeglichen werden. Den größeren Kosten für Wegbau und Wegpflege steht eine viel größere Ersparnis an Bringungskosten (Arbeitslohn), ein geringerer Schaden und Holzverlust und eine namhaftere Steigerung

7) Bei der Beschränktheit ihrer Verwendung, infolge deren ihre Bedeutung ganz in den Hintergrund tritt, und ihrer Eigenartigkeit können sie hier nur erwähnt werden.

der Holzpreise gegenüber, vorausgesetzt daß für den Umfang der Wegbauten folgende Abwägung stattfindet:

1. Stehen hohen Bringerlöhnen niedere Baukosten gegenüber (billiger, zum Bauen günstiger Boden, Vermeidbarkeit teuerer Bauwerke), so lohnt sich die Vermehrung der Anlagen (120—150 m Abstand).

2. Bei großer Ungunst des Bodens und der Lage an Orten mit niederen Löhnen behält man umgekehrt größere Wegabstände bei (bis 250 m und darüber).

3. Ein großer Reichtum an wertvollen Holzvorräten verspricht bei Vermehrung der Bauten eine um so größere Ersparnis an Löhnen im Vergleich mit den Bau- und Unterhaltungskosten, je billiger die letzteren sind (volle Bestände erwachsen meistens auf gutem Baugrund).

4. Dünne geringwertige Bestockung und schwierige Bauverhältnisse (steile und felsige Hänge) bedingen die größten Wegabstände mit Einschaltung einfacher Bahnen (Schlitt-, Rieswege 2c.).

5. Ein zusammengesetztes Netz von Hauptwegen und Zwischenbahnen gestattet größeren Abstand der ersteren und vermittelt die Gegensätze zwischen den Bau- und Bringungskosten.

Der Waldeigentümer ist also zur Erreichung der größten Vorteile je nach der Lage und Beschaffenheit seiner Waldungen bald darauf angewiesen, dieselben den ortsüblichen Fuhrwerken völlig zu erschließen, bald zum Selbstbetrieb der gesamten Holzbringung hingedrängt, bald vor die Wahl eines Bringungssystems gestellt, welches einen größeren oder kleineren Teil des Bringungsgeschäfts anderen Unternehmern einräumt. Eine grundsätzliche Entscheidung darüber ist geboten, um die Art und den Umfang der Bringungsanstalten systematisch zu regeln und das Waldwegnetz hienach vorzubereiten und zielbewußt durchzuführen.

§ 10. **Das Wegnetz.** Sollen die Bringungseinrichtungen durch völlige Erschließung des Waldganzen ihrer Aufgabe entsprechen, so müssen sie in ihrer innigen Verbindung ein „Wegnetz" bilden oder im Bedarfsfall durch verlegbare Zwischenbahnen verbunden werden können. Dies erfordert folgendes:

1. Ein Bauplan muß für alle Einzelstrecken die gegenseitige Lage und Verbindung, Bauart und Bauzeit regeln.

2. Der **Wegnetz-Entwurf** und die wirtschaftliche Waldeinteilung müssen in engem Zusammenhang stehen.

3. Ueber die Richtung und Entfernung der Hauptwege und über die Zahl und Art der verbindenden Zwischenbahnen müssen für das ganze Wegnetz feste auf die Erfahrung gestützte Grundsätze walten.

4. Die Hauptwegzüge müssen zuerst, mit Rücksicht auf die Absatzrichtungen, festgelegt werden.

5. Der Bau muß dem Hiebsplan gemäß beginnen und fortrücken.

Der Entwurf erfordert genaue Ortskenntnis und wird in einen Waldplan (Uebersichtskarte im Maßstab von 1 : 8000 bis 25000, je nach der Größe der Waldfläche) eingezeichnet, welcher die Bodenformung, Wasserläufe und Wasserscheiden, die schon vorhandenen Verkehrslinien und die Anknüpfungspunkte in der Umgebung ersehen läßt. Standörtliche, wirtschaftliche und rechtliche Verhältnisse beeinflussen diesen Entwurf.

In der Ebene besteht meistens schon eine regelmäßige Jagen- oder nahezu rechtwinklige Schneisenteilung, nordsüdlich und westöstlich oder von SW nach NO für die Haupt- und in R° dazu für die Seitengestelle. Sie bilden auch das Wegnetz, mit streckenweisen Ausnahmen aus wegbaulichen Gründen (Sandhügel, Moorflächen, Gewässer u. s. w.) und sind nur an Außenstraßen anzuschließen oder mit neuen Verkehrsanforderungen in Einklang zu bringen.

Für das Hügelland und Gebirge kann ein entsprechendes Wegnetz nur mit Hilfe

eines Waldplans mit Geländezeichnung sicher entworfen werden. Fehlt dieselbe, so muß sie durch eine Aufnahme der Horizontalkurven beschafft werden.

In Fig. 9 ist die Aufnahme und Zeichnung der Kurven eines Geländestückes und ihre Benützung zum Entwurf eines Wegnetzes dargestellt. Zwischen der durch Nro. 112

Fig. 9.

bis 114 gegen N. und durch Nro. 31 bis 34 gegen S. angedeuteten Waldgrenze zieht von W. nach O. ein Hauptthal mit der Landstraße ABC. In dasselbe mündet ein sog. Querthal. Durch die Waldgrenzen, die Straße, Wasserläufe, Einteilungslinien und die trigonometrischen Höhenpunkte (△) A, d, b, k und g sind die Anhalts-Punkte und -Linien ge-

geben, von und längs welchen die weiteren Höhenbestimmungen stattfinden sollen, in Verbindung mit der Aufnahme der Horizontalkurve bKJ... als Zugslinie eines künftigen Fahrwegs und des (punktierten) Kurvenstücks, welches unter △ d hindurch die beiderseitigen Thalwände entlang zieht und unter □ f und □ h durch Messung des wag- und senkrechten Abstands festgelegt wird. Die vielen offenen Linien lassen nach jeder Richtung die Kenntnis der Bodengestaltung ergänzen.

Die ausgeführte Kurvenzeichnung wird für den Wegnetz-Entwurf in der Weise benützt, daß man nach der Auswahl der Zugsrichtungen die passenden Anknüpfungs- und Berührungspunkte (z. B. bei Punkt B der Thalstraße, D über dem Thalboden, □ h Sattelpunkt, H Rampe) bestimmt, die mutmaßliche Weglänge z. B. BD mit dem Zirkel abgreift, die Kurven-Abstände (= 3 h) zählt, aus 3 h : BD (Prozentsatz 0,0 p) die Schnittlänge ($l = \frac{h}{0{,}0\,p}$) berechnet, mit welcher der Zirkel von B aufwärts bis D die Kurven schneiden muß. Sind in gleicher Weise die Hauptwegzüge probeweise durchgeführt und ineinander geleitet, so muß die Geländebegehung über die Durchführbarkeit verlässigen und wo nötig eine Berichtigung oder Ergänzung folgen. Bei Hauptlinien ist eine flüchtige Absteckung oft ratsam, bevor man weitere Linien anschließt.

Bei jedem Wegnetz-Entwurf ist eine Hauptfrage jene nach den Absatzorten und den dahin führenden baufähigsten, walderschließenden Linien, sodann jene nach den geeignetsten Uebergangspunkten über die Thäler (für Ueberbrückungen), über die Höhen (Pässe) und Wendepunkte (zu Rampen). Der Hauptverkehr pflegt sich in den Thälern zu bewegen, soweit sie dem Wegbau zugänglich sind. Von ihnen setzt er sich in sog. „Steigen" die Seitenthäler und Berghänge hinauf über die niedrigsten Sättel oder Pässe in die Nachbarthäler fort. Oder er bewegt sich auf „Hochstraßen" längs den Hochebenen oder quer über dieselben hin, zieht sich zuweilen auch auf solchen Straßen, die Bergkuppen und langen Höhenzüge umgehend, von einem Passe zum andern, indem er mehrere Steigen an ihrem oberen Ende aufnimmt.

An diese Hauptlinien schließen sich, je größere Waldflächen sie umrahmen, desto mehr Weglinien der unteren Ordnungen an:

Wege II. Ordn. am unteren Saum, wenn zahmes Gelände den Wald von der Thalsohle trennt; in die Seitenthäler hinauf, soweit das Gefälle derselben es zuläßt; längs den Berghängen in 1/3 oder 2/3 ihrer Höhe, wenn die Entfernung bis zur Wasserscheide die Holzbeibringung auf andere Weise zu theuer und beschwerlich macht.

Wege III. und IV. Ordn. — die steileren Thäler oder Thalstrecken hinauf und in die Holzschläge hinein, wo möglich nach unten auf Holzlagerplätze auslaufend.

Das Wegnetz muß den Aufwand an Kraft, Zeit und Kosten für die Holzbeibringung auf das niedrigste Maß bringen.

Ein einfaches Bausystem empfiehlt sich für Hügelland und Vorberge mit wenigen Wasserläufen, regelmäßigem geordnetem Schlagbetrieb, zumal bei Brennholz- oder Kleinnutzholzwirtschaft; Kombinationen mannigfacher Art müssen im großen Gebirgswalde, abseits von den Wohnorten, bei Arbeitermangel, bei großer Nutzholzwirtschaft mit natürlicher Verjüngung Platz greifen. Die Bodenausformung, die Wirtschafts-, Absatz- und Lohnverhältnisse schreiben die Wegnetzform und den Abstand der Wege oft so deutlich vor, daß es keiner rechnerischen Ermittlung bedarf.

Die Waldeinteilung thut dies durch ihre Anforderungen oft auch, denn sie muß die Hochflächen und Bergkuppen von den Einhängen, muß an hohen Wänden den oberen vom unteren Hang trennen, wobei Umsäumungs- und Gehängwege die besten Trennungslinien sind. Das sind auch die Thalwege und streckenweise die Steigen.

Da ohnehin ein Waldganzes in eine Anzahl selbständiger Abteilungen (Distrikte,

Gehaue) zerlegt werden und jeder Teil für sich zugänglich sein muß, so wird deren Form und Größe am besten gleichzeitig mit der Formung des Wegenetzes bestimmt.

Die Vorzüge der regelmäßigen Jagen- oder Schneisen-Teilung sprechen für ihre Anwendung, soweit sie fahrbare Linien gewährt. Dann ist die Einteilung die Grundlage des Wegnetzes.

Wo jedoch die Geländeform ihre Vorteile in Frage stellt, hat die Waldeinteilung sich dem Wegnetz anzubequemen, da die Bringungsanstalten viel wichtiger für die Wirtschaft sind, als die Form der Wirtschaftsfiguren. Es verdient überhaupt jenes Wegsystem den Vorzug, welches bei mäßigem Anspruch auf Baufläche, Bau- und Unterhaltungskosten der Forstbenutzung genügenden Vorschub leistet und mit der Waldeinteilung sich verschmelzen läßt.

Die zweckmäßigste Grundform für die Einteilung und das Wegnetz ist jene des Rechtecks, teils weil sie den Geländeformen sich besser anpassen läßt, als die Quadratform (welche dagegen mit einer ebenso großen Wegstrecke eine größere Fläche umschließen würde), teils weil sie in Bezug auf die gesamte Weglänge und die durchschnittliche Bringungsweite die zweckdienlichste Vermittlung bietet. An Berghängen hört die rechtwinklige Teilung auf, sobald das natürliche Gefälle 10% übersteigt, in Wirklichkeit oft schon bei geringerem Durchschnittsgefälle wegen der vielfachen Wechsel.

Wichtige Gesichtspunkte für ein Wegnetz sind noch:

1) Daß Hauptwege mit solidem Ausbau sich nur für lange Strecken, große Massenförderung und ständigen Gebrauch lohnen, wenn die Gegend genügende und billige Fuhrwerke und Zugkräfte bietet;

2) für billigste, rascheste und jederzeitige Beifuhr aus großen reichbestockten Waldmassen in wenigen stetigen Absatzrichtungen ein Netz von festen und beweglichen Schienenwegen die höchste Leistung verspricht;

3) leichte Erd- und Holzbauten oder bewegliche schmalspurige Schienenwege für aussetzenden Betrieb und niedrigen Waldertrag genügen müssen;

ferner für die Ebene

4) der Grad der Zugänglichkeit des Waldesinneren für Spannfuhrwerk (fester trockener Boden oder Bruchboden, zahlreiche Wasserläufe oder keine, Hoch-, Mittel- oder Ausschlagwald);

5) die Anforderungen der Erzeugnisse an die Tragfähigkeit der Wegbahnen (Brenn- und Kleinnutzholz läßt sich in beliebige Ladungen verteilen, Stammholz nicht);

für Ebene und Gebirge

6) die Rücksicht auf die herrschenden Winde bei Bestimmung der Zugsrichtungen;

für das Gebirge

7) die Zahl der Thalgebiete, welche das Wegnetz umfassen soll, die Höhenlage des Waldes und die Lage der Absatzorte über oder unter demselben;

8) die Zugänglichkeit der Thäler und Berghänge für eigentlichen Wegbau oder lediglich für Bringungsweisen auf schmaler oder ohne Bahn, die technische Güte der vorhandenen Gesteine zum Bauen u. s. w.

In der Ebene wird der Abstand schlagbildender Quadratnetze am besten 300—450 m sein (Flächen von 10—20 ha), im Gebirge dagegen bei gutem Baugrund und voller Bestockung für die Gehängwege zwischen 100 und 300 m, für Wege oberer Ordnung bei schwierigem Gelände bis gegen 600 m betragen müssen, jedoch mit Einfügung von Zwischenwegen unterer Ordnung. Engere Wegnetze entwickelt man nur für Schleif-, Schlitt- und Riesbahnen.

Die leichte Beschaffbarkeit schmalspuriger Schienenwege und der dazu gehörigen Fahr-

und Hebzeuge macht es heutzutage rätlich, die Waldwegnetze nur in großen Zügen auszubauen und jeden weiteren theuren Einbau sorglich zu erwägen.

III. Die technischen Vorarbeiten für den Einzelbau.

§ 11. Der Bau jeder Einzelstrecke eines Wegnetzes wird damit eingeleitet, daß man eine Anzahl Punkte in Sehweite bis zum Endpunkte auf das Gefälle und den Linienzug einrichtet und verpfählt, das Längenprofil und die Querprofile der verpfählten Punkte aufnimmt, die Ab- und Auftragskörper mißt und berechnet (oder auf Grund einiger Messungen nur anspricht) und die Kosten danach veranschlagt. Diese technischen „Vorarbeiten“ weisen die Durchführbarkeit nach und liefern die Unterlagen, um nach der Größe und den Kosten des Baues die Art des Arbeitsvollzugs zu bestimmen und die nötigen Kräfte und Mittel zu beschaffen.

In der Ebene ist die Absteckung, sofern keine Bauhindernisse (z. B. Gewässer) entgegentreten, eine einfache geodätische Aufgabe.

In Berg- und Hügelland besteht dieselbe darin,

entweder die gegebene Richtung einzuhalten, ihre Gefällverhältnisse zu ermitteln und deren Regelung für die Fahrbarkeit anzustreben (Benützung einer Grenze, Schneiße, eines Thalzugs),

oder unmittelbar mit dem Gefällmesser den tauglichen Gefällzug aufzusuchen und den gefundenen Linienkomplex fahrbar umzuformen.

§ 12. In gegebener Richtung weist die Gesamtlänge und der Höhenunterschied das Durchschnittsgefälle nach, der Höhenabstand der Einzelstrecken die Gefällwechsel, das Bedürfnis und die Möglichkeit der Regelung. Auf graphischem oder rechnerischem Wege ist dann zu ermitteln, ob und um wieviel das Einzelgefälle der Strecken $s_{,}$, $s_{,,}$ ... $(= \frac{h_{,}}{s_{,}}, \frac{h_{,,}}{s_{,,}} \ldots)$ vom durchschnittlichen der Gesamtstrecke S $(= \frac{H}{S})$ in positivem oder negativem Sinne abweicht, ob und wie durch streckenweise Erhöhung oder Vertiefung des Geländes in der Richtung des Längenprofils (Auffüllung, Abgrabung) das Durchschnittsgefälle herzustellen oder ein zwar wechselnder, aber doch fahrbarer Gefällzug einzurichten sei. Dabei läßt eine Vergleichung zwischen den Summen der Abtragshöhen und der Auftragshöhen — bei Gleichheit der Einzelstrecken — summarisch beurteilen, ob die Massen des Abtrags mit jenen des Auftrags sich ungefähr decken und die Zugslinie ohne unnötige Kostenvermehrung mit dem Durchschnittsgefälle ausgeführt werden kann.

In Fig. 10 gibt die Geländelinie (Längenprofil) ABC ... F für das mittlere Gefälle p (= 100 FG : AG) nahezu Gleichheit des Abtrags bei B und E mit dem Auftrag bei C, somit Annehmbarkeit des Gefälles p, dagegen für die längere Linie ABC ... N (Gefälle q = 100 MN : AM) fast nur Abtrag. Es bietet sich jedoch ein annehmbarer Ausweg in der Wahl eines gebrochenen Gefällzuges mit 2 Gefälllinien: Ae und eN oder mit 3: Ab, be, eN. Auch für diese ist beiläufige Verlässigung über die Massenausgleichung durch Berechnung der Ab- und Auftrags-Differenzen wie oben ratsam, jedoch mit der Erwägung, daß

Fig. 10.

1) die Geländehöhen über und unter der Gefälllinie nur für das Längeprofil richtig sind (in der Querrichtung kann das Gelände steigen oder fallen);

2) die Ab- und Auftrags-Querflächen (und Massen) von den Böschungsverhältnissen beeinflußt und

3) daß die Massen und Höhen des Ab- und Auftrags keineswegs proportional sind.

Die angedeuteten Vergleichungen zeigen nur beiläufig, ob die gewählte Richtung einen fahrbaren Wegzug gibt, wie die Kosten auf ihr geringstes Maß zu bringen sind, welche Bau-Schwierigkeiten sich entgegenstellen, ob sie zum Aufgeben der Richtung zwingen oder — z. B. durch streckenweise Seitenablenkung — zu umgehen sind.

Sollte bei stufenweisem Gefällbruch (Ab, be, eN) eine regelmäßige Gefäll- Zu- oder Abnahme von unten nach oben beabsichtigt werden, so läßt sich für n Gefäll-Uebergänge, nach Annahme einer bestimmten Größe d für das Wachsen oder Fallen des Prozentsatzes p, bei gleicher Größe L : n der Strecken, in welche die Gesamtlänge L mit der Gesamthöhe H zu zerlegen ist — das Anfangsgefälle a aus dem Ansatze finden:

$$\frac{L}{n}\left(\frac{a}{100}+\frac{a \mp d}{100}+\ldots\ldots+\frac{a+d\,(n-1)}{100}\right)=H$$

woraus

$$a=\frac{100\,H}{L} \pm \frac{n-1}{2}d = p \pm (n-1)\frac{d}{2}.$$

Ebenso könnte aus dieser Gleichung für ein gewähltes Anfangsgefälle a die Differenz d berechnet werden, um die Höhe H zu ersteigen.

§ 13. Sind wie z. B. in Fig. 9 auf der Wegnetzkarte die Punkte bezeichnet, welche durch Wege zu verbinden sind, so wird kein Durchbauen in gerader Richtung, sondern im zulässigen Gefällsatz in das Auge gefaßt, um durch Ausbiegen nach den Geländekurven die günstigsten Baubedingungen und fahrbarsten Zugslinien zu erlangen. Der gegenüber der kürzesten Richtung einzuschlagende Umweg ist durch die Rücksicht auf die Fahrbarkeit, Sicherheit und Kostenersparnis gerechtfertigt. Die Aufgabe ist, vom Ausgangs- nach dem Zielpunkt in der genehmen Richtung und Steigung mit einem auf den Prozentsatz eingestellten Gefällmesser vorzugehen, indem man, zur ersten Verlässigung, mit Einrichten nach vorwärts einen Gehilfen mit der Schieblatte am Ende der Strecke l aufstellt und auf die Höhe l . 0,0 p einvisiert, den Punkt verpfählt (Boden- und Nummerpfahl), hier den Gefällmesser und am Ende einer zweiten Strecke die Schieblatte zum gleichen Vorgange Aufstellung nehmen läßt. Sind die Strecken stets = l (mit Meßband oder Kette gemessen), so ist nach n Aufstellungen aus n . l . 0,0 p die erstiegene Höhe und die noch zu ersteigende Resthöhe rasch zu finden. Begegnet die Absteckung in der einzuhaltenden Kurvenlinie eine dem Bau unzugängliche Geländestrecke (Schlucht, Felsabsturz, fremdes Feld . . .), so kann

a. davor gewendet und in einen Gegenzug (Widergang) eingelenkt,
b. das Gefällprozent einige Strecken weit verändert oder
c. eine andere Richtung oder Thalseite aufgesucht werden.

Es sei z. B. (Fig. 11) für die Thallinie nop . . . t das Grundstück AB . . E nötig, aber zu teuer. Da von t aber bei gleichem Gefälle der Bach mit billigem Dohlen gegen s, überbaut werden kann, so wird die Linie s, ... o,n, den Anstand umgehen und den gleichen Zweck erfüllen. Der Fall lehrt zugleich, wie man eine bestimmte Richtung mit gleichem oder Wechselgefäll auf verschiedenen Zugslinien einhalten und dabei den günstigsten Bauverhältnissen nachstreben kann.

Fig. 11.

Wird ein erstrebter Endpunkt mit dem anfänglichen Gefälle nicht ganz erreicht oder überstiegen, so muß bei namhafter Differenz ($\pm$ v) das irrige p (aus 100 h : L) nach der wirklichen Höhe (h + v) berichtigt und mit dem richtigen Prozentsatz $p + \delta = 100\,\frac{h+v}{L}$ die Absteckung wiederholt werden.

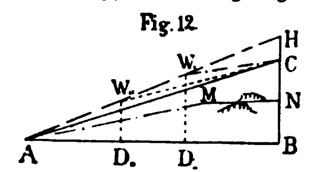
Bei minder wichtigen Linien können auch die verpfählten Punkte mit Hilfe der Setzwage

nach einem Berichtigungssatz (s) für jede beliebige Entfernung D vom Anfangspunkt um x, x,, x,,, auf- oder abwärts versetzt werden, nämlich

$$L : v = D : x, \text{ daher } \pm x = D \frac{v}{L} = D . s,$$

was jeder auf den Gebrauch der Setzwage eingeübte Gehilfe besorgen kann.

Ist der Betrag v gering, die Weglänge aber bedeutend, so läßt er sich auf beliebiger Endstrecke, deren Gefälle allein geändert wird, nach rückwärts ausgleichen. Man schneidet dann mit dem Gefällmesser vom richtigen Endpunkt aus im ausgleichenden Prozentsatze p_1 die anfängliche pprozentige Gefäll-Linie in W, wozu entweder für eine bestimmte Endstrecke $CW_1 = l$ das Prozent $p_1 = p \pm \delta$ oder umgekehrt l für p' zu berechnen ist (Fig. 12):



Wenn AB = L, BD, = l, BH = H und BC = h, so ist allgemein

$$(L - l) \frac{p}{100} + l \frac{p - \delta}{100} = h, \text{ woraus, da } L \frac{p}{100} = H,$$

$$l = 100 \frac{H - h}{\delta} \text{ oder } \delta = 100 \frac{H - h}{l}.$$

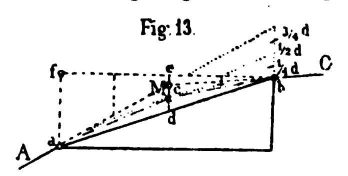
Es erübrigt dann nur die Gefällabrundung am Wechselpunkt W. (welchen man auf eine Krümmung der Weglinie zu legen sucht, um ihn dem Auge zu entziehen).

Eine andere Anwendung des Rückwärtsschneidens macht man, wenn ein Gefällzug auf Bauschwierigkeiten, z. B. eine steile Felspartie stößt, indem man einen passenden Durchgang MN sucht und von ihm mit $p \pm \delta$ in die begonnene Gefälllinie AM zurückgeht, um nachher das Anfangsgefälle wieder folgen zu lassen.

Bei ausgedehnten Absteckungen erspart ein flüchtiges erstes Vorgehen im oft dichten Walde mit einfachem Gefällmesser in freier Hand viele Zeit. Ist man über die Richtung, den Baugrund, das Gefälle 2c. aufgeklärt, so folgt die endgiltige Absteckung der Einzelstrecken (Nivellieren aus der Mitte), mit gleichzeitiger Einschaltung der Gefällübergänge. An flachen Hängen, im offenen Walde werden lange Einzelstrecken (bis 25, selbst 30 m) genommen, an tief gebuchteten, felsigen oder dicht bewachsenen Orten kommt man mit Strecken von 7 bis 15 m rascher und sicherer vorwärts. Sind gleichmäßige Abdachungen durch Schluchten oder Mulden unterbrochen, so bildet man ganze und Halbstrecken; man wechselt überhaupt das Absteckungsverfahren nach den Erfordernissen der Oertlichkeit.

§ 14. **Die Kurvenabsteckung.** Die endgiltige Absteckung eines Gefällzugs stellt noch eine unfahrbare Kette von Geraden dar, welche in aus- und einspringenden Winkeln zusammenhängen.

Von geringer Bedeutung sind etwaige kleine Gefällwechsel, wenn man jähe Uebergänge des Prozentsatzes um mehr als 1 % vermeidet, (wie es Regel sein sollte), da diese kleineren Gefällbrüche sich leicht abrunden lassen, etwa so:



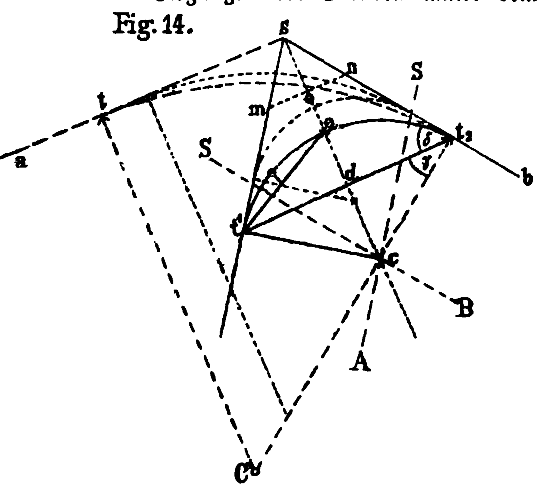
Vom Brechungspunkt M (Fig. 13) wird der gleich große wagrechte Abstand be und ef nach den Punkten a und b genommen, von hier mit den Visierkreuzen der Punkt d eingerichtet und in ihm ein Pfahl von der Höhe $\frac{Md}{2} = Mc$ angebracht, wodurch die zwei Zwischengefälle ac und cb sich einschalten (mit etwaiger Hinzufügung je eines weiteren Zwischenpfahles von der Höhe $\frac{1}{4}$ Mc halbwegs ac und cb) — oder man steckt mit einem Gefällmesser, wenn das erste Gefälle p und die Differenz der Gefälle d beträgt, von dem Punkte a auf n Zwischenpunkten die Zwischengefälle $p - \frac{d}{n}$, $p - \frac{2d}{n}$ .... ab, bis man in b zum zweiten Gefällsatz einlenkt.

Wichtiger und umständlicher ist die Abrundung in dem Winkelzuge der Weglinien,

denn die Fuhrwerke können in natürlicher Fortbewegung aus einer Geraden nur mittelst eines Bogens in eine folgende Gerade oder von einem Bogen in einen zweiten und dritten eintreten, winklige Zugslinien müssen also noch fahrbar gemacht werden.

Diese Aufgabe wird nur erfüllt, wenn die abgesteckten Geraden verschiedener Richtung durch tangierende Bögen verbunden oder statt der Biegungen der Geraden lauter dem Gelände sich anschmiegende Bogenlinien hergestellt werden. Zur Verbindung zweier Geraden as und sb genügt eine einfache Krümmung, deren Halbmesser ct beim Austritt aus der Richtung as und Eintritt in die Richtung sb in t_1 und t_2 $\perp$ auf as und bs steht, also beide zu Tangenten hat. Ist dabei $\sphericalangle$ s $>$ R°, so übt erst ein namhaftes Näherrücken der Punkte t_1 und t_2 gegen s einen fühlbaren Einfluß auf die Fahrbarkeit des Bogens; ist jedoch $\sphericalangle$ s $<$ R°, so kann schon eine kleine Verkürzung den Bogen unfahrbar machen. Es befriedigen also nur jene Bogenlinien, welche durch Beachtung des Scheitelwinkels und der Größe st genügenden Halbmessern entspringen.

Fig. 14.



Zu diesem Zwecke muß $\sphericalangle$ s gemessen oder berechnet werden, z. B. wenn sm = sn = a und mn = b, so ist (aus $2a \sin \frac{1}{2} s = b$)

$$\sin \frac{1}{2} s = b : 2a$$

oder, wenn so = d

$$tg \frac{1}{2} s = b : 2d.$$

Ist aber $\sphericalangle$ s und die Größe von st bekannt, so ist es der Halbmesser r ebenfalls.

Wäre nur $\sphericalangle$ s und r gegeben, so läßt sich st und der Zentripunkt c durch Konstruktion finden:

Man zieht innerhalb des Winkels je eine Parallele AS und BS zu as und bs mit dem Abstand r; ihr Schnittpunkt gibt c und eine Senkrechte von c auf as oder bs die Tangente st.

Für den Verbindungsbogen zweier Geraden sind so viele Punkte zwischen dem Ein- und Auslauf festzustellen als nötig, um seinen Verlauf zu erkennen und nach Bedarf noch Punkte einzuschalten. Gewöhnlich steckt man Kreisbogen ab, wofür man die nötigen Ableitungen aus dem Scheitelwinkel ($\sphericalangle$ s) oder dem Zentriwinkel ($\sphericalangle$ c) und dem Halbmesser r durch folgende einfache Ansätze ableiten kann (Fig. 14):

Wenn $\sphericalangle$ s bekannt, ist $\sphericalangle c = 2R° - \sphericalangle s$ u. $\sphericalangle st_2t (= \sphericalangle \delta) + \sphericalangle tt_2c (= \sphericalangle \gamma) = \sphericalangle \delta + \sphericalangle {}^1/_2 s = \sphericalangle \gamma + \sphericalangle {}^1/_2 c = R$ und $\sphericalangle \delta = \sphericalangle {}^1/_2 c$, $\sphericalangle \gamma = \sphericalangle {}^1/_2 s$

woraus da $\triangle$ stc $\sim \triangle$ std $\sim \triangle$ ctd, (wenn Tangente st = t, halbe Sehne td = s, de = p oder, wenn cd = x, p = r — x, es = y u. ds = p + y = d)

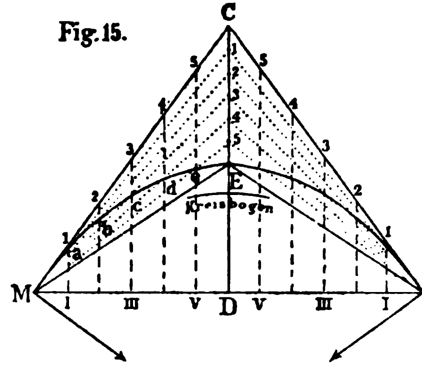
$$r : t = x : s = s : p + y, \text{ somit}$$

$$x = \frac{r \cdot s}{t},\ p + y (= d) = \frac{s \cdot t}{r}$$

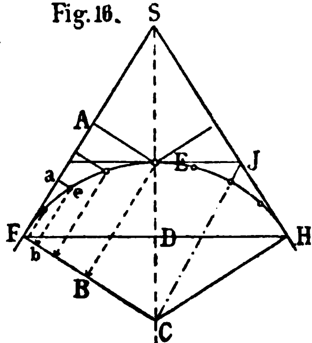
$$r = \frac{s \cdot t}{d},\ y = r\left(\frac{t}{s} - 1\right),$$

$$p \text{ (Pfeil des Bogens)} = r - x = r\,\frac{t-s}{t} = \frac{s}{d}(t-s)$$

Kommt Zentriwinkel c nicht der Größe 2 R° zu nahe, so kann der wie oben berechnete Pfeil[8]) in ¼ der Größe ($p_1 = \frac{r-x}{4}$) auf der Mitte der neuen Sehnen te und t₂e errichtet werden, um die Bogenpunkte für die Sehnen der halben Zentriwinkel, ebenso mit $p_2 = \frac{r-x}{16}$ rc. für weitere Winkelhalbierungen zu vermehren. Diese „Viertelungsmethode" kann auch auf einen Näherungswert von p gestützt werden. Da nämlich auch $x = \sqrt{r^2 - s^2}$, also $p = r - \sqrt{r^2 - s^2}$, so läßt sich, nach Entwicklung einer konvergierenden Reihe, mit Weglassung der im Wert sinkenden hinteren Glieder, auch $p = \frac{s^2}{2r}$, $p_1 = \frac{s^2}{8r}$ rc. zu den Absteckungen anwenden. Als weitere Näherungsverfahren, welche mit Umgehung der Rechnung den graphischen Weg einschlagen, seien noch die „Halbierungsmethode" und die „Methoden der Winkelteilung" erwähnt. Sie eignen sich jedoch nur für Einzelstrecken, wo eine Bogenverbindung zweier Geraden ohne Verlässigung über den Bogenhalbmesser und die Bogenform (ob Kreis-, parabolischer, zykloidischer Bogen rc.) thunlich erscheint, z. B. um einen Bergvorsprung (Fig. 15): Wenn der Ursprung des Bogens beiderseits in M und N genommen, wird Sehne MN gegen die Mitte D von M und N her in n Teile zerlegt, auf jedem Teilpunkt eine Senkrechte errichtet und gegen innen beziffert (1, 2 ....), ebenso die Rückenlinie CE, nachdem das berechnete E angenommen oder aus örtlichen Gründen verlegt worden. Sind darauf von M und N gegen CE die Winkelteilungslinien M_1 M_2 ... Mn und N_1 ... Nn gezogen, so liefern die Schnitte aus M_1 und I_1 bis Mn und In die Bogenpunkte a, b, ... c, ebenso anderseits von N aus. Der Kreisbogen fällt hiemit nur zusammen, wenn das berechnete E beibehalten wurde.



Für größere Absteckungen gibt die Koordinatenmethode die sichersten und ausgiebigsten Grundlagen. Alle nötigen Ausmaße lassen sich wie folgt entwickeln und in Tafeln zusammenstellen (siehe Fig. 16).



Nach Messung oder Berechnung von ∢ S ergeben sich, da

$$\sphericalangle C = 180^\circ - \sphericalangle S,$$

Tangente	FS	(= t)	$= r \operatorname{tg} {}^1\!/_2\, C$,
Sehne	FH	(= 2s)	$= 2r \sin {}^1\!/_2\, C$,
Pfeil	DE	(= p)	$= r(1 - \cos {}^1\!/_2\, C)$,
Bogenlänge	FEH	(= b)	$= \frac{\sphericalangle C}{360}\, 2r\pi = \frac{r \sphericalangle C}{\rho''}$[9])

Diese in Kurventafeln aufzuschlagenden Werte für r = 1 sind nur mit dem gewählten Halbmesser noch zu vervielfachen. Zum Abstecken des Bogens in beliebiger Anzahl von Bogenpunkten, von der Sehne oder Tangente aus, sind noch zu berechnen bezw. in Kurventafeln aufzuschlagen:

Abszisse AF (aF_1 ....) $= a\,(a_1\, a_2 \ldots) = r \sin {}^1\!/_2\, C$ (bezw. ¼ C, ³⁄₄ C ...)

Ordinate AE (ae ....) $= O\,(O_1 O_2 \ldots)$

$= r(1 - \cos {}^1\!/_2\, C) = p$ (bezw. ¼ C ....)

und für manche Fälle

der Scheitelabstand ES (d) $= \frac{p \text{ (od. o)}}{\cos {}^1\!/_2\, C}$

8) Ohne Berechnung des Pfeils, welche mehrere Schriften über Waldwegbau vernachlässigen, fehlt jede Sicherheit für eine richtige Absteckung.

9) Nämlich, wie allgemein üblich, 180 : π als ständige Größe = ρ° gesetzt, also ρ° = 57,296 (log ρ° = 1,75812) und 1 : ρ° = 0,01745.

Die veröffentlichten Tafeln haben eine verschiedene Einteilung und verschieden große Winkelintervalle [10]).

Zur Bestimmung zahlreicherer Punkte auf langen Bogenstrecken kann man auch Zwischentangenten (z. B. EJ in Fig. 16) einschalten, um die nämlichen Gleichungen wie oben für $^1/_2$, $^1/_4$ ... des Zentriwinkels $^1/_2$ C anzuwenden.

Für die Aufnahme im Gebirgswalde sind aber die geschilderten Verfahren meistens zu umständlich und zeitraubend. Hier müssen die Visuren und Absteckungen innerhalb der Bögen möglichst beschränkt und namentlich im dunkeln stammreichen Bestand kürzere und leichtere Näherungsverfahren Platz greifen. Hier empfehlen sich abgekürzte Anwendungen der Koordinaten-Methode im sog. Einrückungsverfahren.

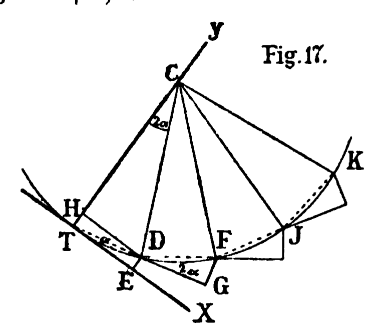


Fig. 17.

Um diese Ableitungen zu zeigen, sei zuerst die Anwendung der Relation für den Kreisbogen kurz entwickelt. Wird (Fig. 17) die Sehne TD = s eines Kreisbogenstücks soweit (um DG = g) verlängert, daß die in G errichtete Senkrechte (FG = p) wiederum den Kreisbogen schneidet und DF = s, so wird bei jeder Wiederholung mit g und p das Gleiche erfolgen, also schließlich der Kreis beliebig genau eingehalten.

Wenn Tangente TX als Abszissen-Achse und die das Zentrum durchziehende Linie TY als Ordinatenachse gilt, so ist (TE = x u. TH = y)

$r^2 = (r - y)^2 + x^2$ und für einen bestimmten Wert von x oder y der andere Wert herzuleiten, also

$$x = \sqrt{y(2r - y)}, \quad \text{I.}$$
$$y = r - \sqrt{(r + x)(r - x)} \quad \text{II.}$$
$$\text{daher } s = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \text{III.}$$

Wird x für die Größe TE = a genommen, DE = b nach II, TD = s nach III berechnet, so sind auch DG = g und FG = p als Funktionen von b und r zu bestimmen, um die Punkte F, J, K . . . zu finden:

$$\text{Wenn } \sphericalangle \text{ DTE} = \sphericalangle \alpha, \text{ ist}$$
$$\sphericalangle \text{ CTD} = \sphericalangle \text{ TDC} = \ldots . \ R^0 - \alpha \text{ und}$$
$$\sphericalangle \text{ FDG} = 2\alpha, \text{ woraus}$$
$$a = s \, . \cos\alpha \text{ und } b = s \, . \sin\alpha$$
u. da hiemit cos α u. sin α bestimmt sind,
$$g = s \, . \cos 2\alpha = s(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)$$
$$= \frac{a^2 - b^2}{s} \quad \text{IV.}$$
$$p = s \, . \sin 2\alpha = s \, . \, 2 \, . \sin\alpha \cos\alpha$$
$$= \frac{2\,ab}{s} \quad \text{V.}$$

Hiemit ist ein Verfahren von größter Genauigkeit gewährt, welches jedoch wiederum Tafeln erforderlich macht. Hält man gleiche Abszissendifferenzen fest, berechnet für stufenweise wachsende a' a'' . . . und für 1 Halbmesser (= 1, 10, 100 . . .) die Werte von b, g und p und stellt sie in Tafeln zusammen, so sind mit Kreuzscheibe und Meßlatte nach

10) H. Kröhnke, Handbuch zum Abstecken von Kurven auf Eisenbahn- und Weglinien, 7. Aufl. Leipzig 1871, gibt für den Zentriwinkel von 0 bis 120° um 2 Min. wachsend in Tab. I Tangente, Kurve, halbe Sehne (Absc.), Ord. und Kurvenabstand und in Tab. II die Absz. und Ord. zur Absetzung äquidistanter Bogenpunkte für r = 10 bis 10 000.

Belieben Bogenpunkte ohne weitere Rechnung abzustecken. Es ergeben sich z. B. für $r = 100$

Wenn a =	für b:	woraus g	p	Wenn a =	für b:	woraus g	p	Wenn a =	für b:	woraus g	p
10	0,50	9,96	1,00	22	2,45	21,59	4,87	42	9,25	39,03	18,07
11	61	10,95	1,22	24	2,92	23,47	5,80	44	10,20	40,56	19,87
12	72	11,94	1,44	26	3,44	25,32	6,82	46	11,21	42,06	21,78
13	85	12,92	1,70	28	4,00	27,15	7,92	48	12,27	43,47	23,78
14	98	13,90	1,96	30	4,61	28,95	9,11	50	13,40	44,83	25,89
15	1,13	14,87	2,25								
16	1,29	15,85	2,57	32	5,26	30,72	10,38	60	20,00	50,60	37,95
17	1,46	16,82	2,91	34	5,96	32,46	11,74	70	28,59	53,99	52,94
18	1,63	17,78	3,25	36	6,71	34,16	13,20	80	40,00	53,67	71,55
19	1,82	18,74	3,62	38	7,50	35,83	14,72	90	56,41	46,30	95,60
20	2,02	19,70	4,02	40	8,35	37,45	16,35	100	100,00	—	141,42

Für annähernd genaue Bogenabsteckungen ließen sich auch Tafeln der Näherungswerte aufstellen, in welchen man zum praktischen Gebrauch die kleineren Werte der konvergierenden Reihe (aus $y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$)

$$y = \frac{x^2}{2r} + \frac{x^4}{8r^3} - \ldots.$$

ausfallen ließe. Alsdann könnte man auch zu folgenden Entwicklungen schreiten:

Da in Fig. 17 $\sphericalangle FDG = \sphericalangle DCH$ und

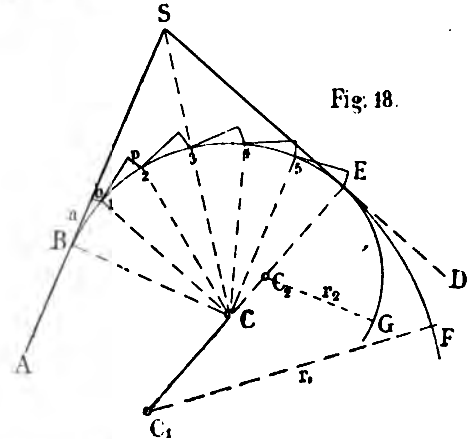
$\sphericalangle DGF = \sphericalangle CHD = R°$

so ist $\triangle FDG \backsim \triangle DCH$, folglich

$$r : a \quad = s : p \text{ u. } p = a \frac{s}{r} \quad \text{VI.}$$

$$r : r - b = s : g \text{ u. } g = s \frac{r - b}{r} \quad \text{VII.}$$

Wird hierbei die Bogenabsteckung mit sehr kleinem gleichmäßigem a (von 5—10 m) ausgeführt und längs der Berghänge an den durch das Nivellement schon gegebenen Linienzug anzuschließen gesucht, so kann bei der Annahme von $s = a$ der Näherungswert $g = a \frac{r - b}{r}$, also bei großem r und sehr kleinem b wieder = a genommen, dagegen $p = \frac{a^2}{r}$ sogleich im Kopfe berechnet werden, wenn die Halbmesser der sich folgenden Bogenstücke bekannt sind.



Für die Bogenstrecke BE (Fig. 18) bedarf es hienach, um aus der Geraden AB in die Gerade ED ohne wiederholtes Suchen einzulenken, nur der Kenntnis von $BC = r$ und der belieb. Annahme eines Absz.-Stückes a, um mit $b = \frac{a^2}{2r} = \frac{1}{2} p$ [11]) durch Einrücken nach rechts den ersten Bogenpunkt, sodann mittelst Durchsteckens aus B über das Ende von b auf die Länge $g = a$ und wiederkehrendes Einrücken im rechten Winkel um $p = \frac{a^2}{r}$ zum Zielpunkte E zu gelangen. Soll daselbst, anstatt in die gerade Verlängerung von

11) Siehe die bei der „Viertelungsmethode" schon entwickelte Näherungsformel.

Punkt 5 über E, in den Bogen EF mit $r_1 = FC_1$ oder

" " " EG " $r_2 = GC_2$ übergegangen werden, so bedarf es, bei gleichem a, nur der neuen Bestimmung des größeren bezw. kleineren b und p und der gleichen Durchsteckung bis zum Bogenende.

Derart bewegt sich die Absteckung der Bogenstrecken, mit thunlichster Beibehaltung der beim Aufsuchen des Gefällzugs gewählten Abstände (Stationslängen), im engsten Flächenraum längs der Geländebiegungen fort. Verfehlen aber einmal die abgesteckten Bogen den Gefällzug, so führt eine kleine positive oder negative Aenderung von b und p darauf zurück. Die Pfahlnummern laufen dabei durch, eine erneute Streckeneinteilung ist unnötig. Aus einer Geraden kann man, die Tangente als Sehne benützend, im Einzelfalle auch mit p unmittelbar in den Bogen einlenken.

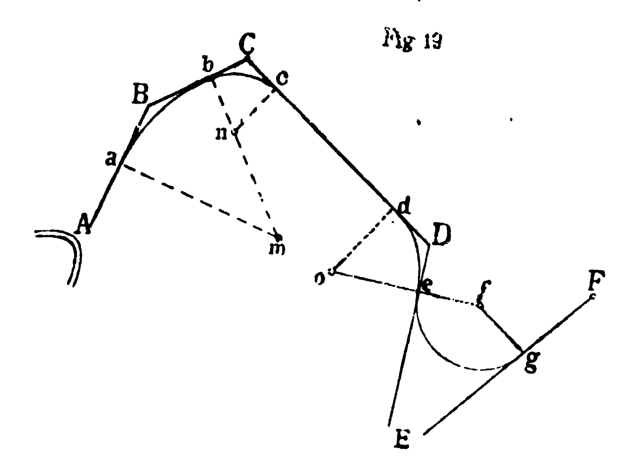
Die Einrückungsmethode ist nicht genau (im Walde würde Genauigkeit die vorherige Bestandsabräumung bedingen, was oft recht bedenklich wäre!), aber förderlich und schmiegsam. Sie erlaubt auch, wenn die Geländeform es fordert (siehe die Rücken- und Thalkurven in Fig. 9), das Verlassen des Kreisbogens durch stufenweises Steigen- und Fallenlassen von g oder besser p nach einem bestimmten Zahlengesetz, nach welchem der Bogen vom Scheitelpunkt in umgekehrter Zahlenfolge sich zurückwendet oder welches durch ein neues Zahlengesetz mit eintretender Aenderung der Geländekurve abgelöst wird. Dies enthebt aller weitläufigen Ermittlungen und gestattet Durchsteckung.

§ 15. Die Absteckung ganzer Wegzüge. Erste Regel beim Ordnen eines Wegzuges ist, daß alle Strecken sich fahrbar zusammenfügen. Hiezu muß

1. jede gerade Strecke die gemeinsame Tangente der Bogenstrecken ihrer Enden bilden und

2. eine Bogenstrecke, wenn ihr eine zweite ohne vermittelnde Gerade folgt, mit dieser eine gemeinsame Tangente besitzen.

Wie Fig. 19 zeigt, sind diese Anforderungen dadurch zu erfüllen, daß an den Enden einer Geraden cd je eine Senkrechte (cn und do) errichtet und von ihnen, nach der Fest-



stellung der Zentripunkte n und o die anschließenden Bogenstrecken cb und de gezogen werden. Wenn Cc nach b und dD nach e übertragen, liefert der Schnitt von bn ⊥ Cb und von eo ⊥ De die Zentripunkte.

Wird Halbmesser bn verlängert, Bb von B nach a übertragen, am ⊥ Ba gezogen, so entsteht ebenso Zentripunkt m für Bogen ab; bn liegt in bm, BC ist gemeinsame Tangente der Bogen ab und bc. Aehnlich verhält es sich bei de und eg, nur liegt Halb-

messer eF in der Verlängerung jenseits der gemeinsamen Tangente DE, weil der Bogen „umsetzt".

Hierauf stützt sich ein einfaches Verfahren, um einen abgesteckten Linienzug in einen fahrbaren Zug von Geraden und Bogenstrecken umzuwandeln: Nachdem der Gefällmesser von A aus alle Gefällpunkte B, C, D.... geliefert, wird der ganze Wegzug mit einem Winkelinstrument als offenes Polygon aufgenommen und aus den berechneten Koordinaten (weniger genau, aber rascher mit Hilfe eines genauen Transporteurs) in nicht zu kleinem Maßstab aufgetragen. Dann wählt man zuerst für die wichtigsten Punkte die zulässigen Kurvenhalbmesser, begrenzt die beizubehaltenden geraden Strecken und konstruiert durch Schnitt, Halbmesser-Verlängerung u. s. w. die übrigen sich anreihenden Strecken. Sind alle Halbmesser bekannt (und in den Handriß eingetragen), so folgt die Absteckung nach der Einrückungsmethode mit Hilfe der berechneten und zusammengestellten Näherungswerte für b und p, wobei örtlich unvermeidliche Aenderungen bei den nachfolgenden Strecken zu berücksichtigen sind.

Einige Bedenken treten jedoch noch entgegen:

1. Die Abrundung innerhalb der Winkel verkürzt den Wegzug, am bedeutendsten bei spitzen Winkeln (z. B. DEF),

2. die Verkürzung steigert das anfänglich angenommene Gefälle, zuweilen über die zulässige Grenze hinaus und

3. die Bogenlinien treten mehr als erwünscht über das Gelände hinaus oder in dasselbe hinein und nötigen zu größeren Auffüllungen und Abtragungen.

Auf Beseitigung daraus erwachsender Mißstände muß Bedacht genommen werden.

§. 16. Das Heraustreten von Bögen über den Linienzug. Wenn für eine Wegstrecke zwei Gerade von der Länge 2d, welche sich unter $\measuredangle \alpha$ schneiden, mit dem Gefälle p eingerichtet wurden, um die Höhe h zu ersteigen (o,op = h : 2d), die Abrundung der Zuglinie jedoch diese Strecke auf arc. β ($\measuredangle \beta = 2R^{\circ} - \measuredangle \alpha$ als Zentriwinkel) verkürzt, so verstärkt dies das Gefälle auf 0,op, = h : arc. β, indem $p_{,} = p \frac{2d}{\text{arc. } \beta}$ wird. Wäre $\measuredangle \alpha = \measuredangle \beta = R^{\circ}$, so würde p : p, = 5 : 6,37 — ein Verhältnis, dessen Ungunst mit dem Sinken von $\measuredangle \alpha$ unter R° zunimmt. Da jedoch gerade bei Bögen aus kleinerem Halbmesser eine Gefällverstärkung am mißlichsten ist, so muß dieselbe

entweder durch neue Gefällabsteckung auf die Wegstrecken vor und hinter dem Bogenstück verteilt

oder das letztere soweit durch Heraustreten aus dem Winkel auf die Länge 2d gebracht, ja noch umsoviel vergrößert werden, daß die Steigung unter p sinkt.

Ist an solchen Wegstrecken nicht schon anfänglich ein kleinstes p gewählt worden, so wird zur Ausgleichung am besten das folgende Verfahren eingeschlagen:

Die Verkürzung V = 2d — arc. β

$$= 2r \operatorname{tg} {}^1\!/_2 \beta - \frac{r \cdot \beta}{\rho} \text{ wird beseitigt, wenn}$$

$$\frac{R \beta}{\rho} = 2 r \operatorname{tg} {}^1\!/_2 \beta$$

d. h. wenn ein Bogen von solchem Halbmesser (R) abgesteckt wird, daß er in seiner Entwicklung über die Schenkel des $\measuredangle \alpha$ hinausgreift, oder es berechnet sich, wenn der Bogen aus R (Bogen B) = 2d oder 2d + x, zur weiteren Gefällminderung werden muß, während $\frac{r\beta}{\rho} = b$ sich zu klein erwies, R aus $r \frac{B}{b}$ und wird so abgesteckt (Fig. 20):

Der durch den kleinen Bogen abc verkürzte Zug OPST.. tritt mit dem größeren Halbmesser Am = Cm als Bogen JBK über die Schenkel PS und ST und lenkt mit dem

Halbmesser DJ = Fk beiderseits als Gegenbogen bei E und G in die Zugslinie zurück[12]).

(Behufs dessen werden zwei Parallele zu OP und TU gezogen, mit dem Zirkel die

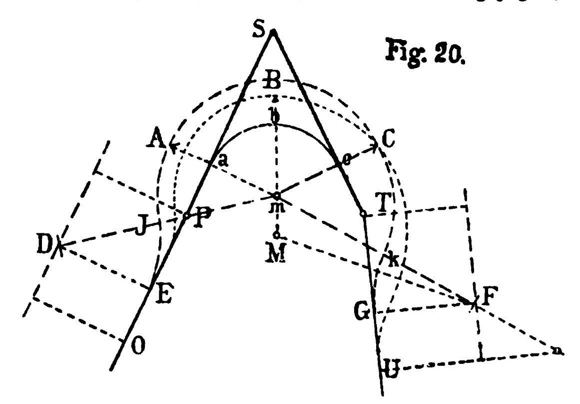


Fig. 20.

Radien Am + DE gegriffen und die Schnitte bei D und F vollführt; mit DE zieht sodann der Zirkel die kleinen Gegenbogen EJ und GK zur Einlenkung in die Linien OP und TU).

Ist so die Ausführbarkeit erwiesen, so kann

entweder für die Halbmesser Am und DE (= Fk) und ein beliebig gewähltes a der Näherungswert für (b und) p ermittelt und der kombinierte Bogenzug durch Einrücken abgesteckt

oder es können die Linien OP, PS u. s. w. als Abszissen-Achsen benützt, Ordinaten auf ihnen errichtet und von der Zeichnung auf das Gelände übertragen werden.

Wo stark aus- und einspringende Winkelzüge in eine Reihenfolge von Bögen und Geraden zu ordnen und dabei entstehende Gefällungleichheiten zu besorgen sind, kann denselben leicht durch Aenderung der Halbmesser, Umwandlung von Geraden in Bogenlinien und ähnliche Hilfsmittel vorgebeugt und zugleich auf leichtere Fahrbarkeit, Ersparnisse an Baukosten 2c. hingestrebt werden.

§. 17. **Die kleinsten Bogenhalbmesser und ihre Wegbreiten.** Für die Fahrbarkeit ist außer einem richtigen Gefälle die **Kurvenentwicklung aus genügendem Halbmesser** und eine nicht zu spärlich bemessene Bahnbreite wenigstens für alles Spannfuhrwerk wichtig, aber bei sehr reichlicher Bemessung auch kostspielig, daher die Frage nach den **Maßgrenzen** wirtschaftlich geboten. Es richtet sich dies

I. Nach der Art und Bestimmung eines Baues, ob öffentlicher Fahrweg oder solcher für eigene Wirtschaftszwecke, ob Schienenweg, oder Schleif-, Schlittweg oder dergl.

II. Wenn Fahrweg für die eigenen Käufer oder sonstigen Empfänger, 1) nach der Bauart und Größe der üblichen Fuhrwerke: Karren, Leiter-, Langholzwagen, insbesondere der Spurweite, Radhöhe, Wagenbreite mit und ohne Ladung, Abstand von Vorder- und Hintergestell; 2) nach der Bespannung (Vorspann), 3) nach der Beweglichkeit des Vorderwagens und der Lösbarkeit des Hinterwagens.

III. Wenn Schienenweg, nach der Spurweite und den sonstigen Ausmaßen der Fahrzeuge, der Art der Beladung und Verkoppelung, der Länge der Züge u. a.

IV. Wenn Wege unterer Ordnung, nach der Gebrauchsweise mit besonderen Fahrzeugen oder ohne solche.

Für Hauptfahrwege kommt weniger der in manchen Gegenden viel gebrauchte Spann-

---

12) Verlangt es die Geländeform, so kann man auch den Bogen einerseits weniger (mit kleinerem r), anderseits mehr z. B. mit dem Zentrum in M entwickeln.

karren mit 1 Pferd, welcher auf schmalster Bahn sich fortbewegen und wenden kann, als vielmehr der Leiter- und Langholzwagen als ausschlaggebend in Betracht.

Der Leiterwagen, 5—8 m lang, kann sein drehbares Vordergestell durch Seitendruck auf die Deichsel je nach der Radhöhe und dem Bau des Oberwagens um fast 90° oder mehr rechts oder links wenden, die Achse seines Hintergestells ist jedoch durch die Wagenwettern rechtwinklig fest mit der Lenkwiede (Langwiede) verbunden und muß in der Fortbewegung der Bahn des Vorderwagens folgen. Der kleinste Halbmesser r der Bahnkurven ergibt sich demzufolge aus der möglichen Seitenbewegung von CD nach ED ($\sphericalangle \alpha$), bis die Vorderräder den Oberwagen streifen, und der Länge DF der Lenkwiede und berechnet sich, da $\sphericalangle DJF = \sphericalangle CDE = \alpha$ aus $DJ = r = DF : \sin \alpha$.

Zu voller Sicherheit darf jedoch $\sphericalangle CDJ$ nicht größer als zu 120° angenommen werden; dann ergibt sich

wenn DF =	4 m	5 m	6 m
als kleinstes r:	8,0	10,0	12 m

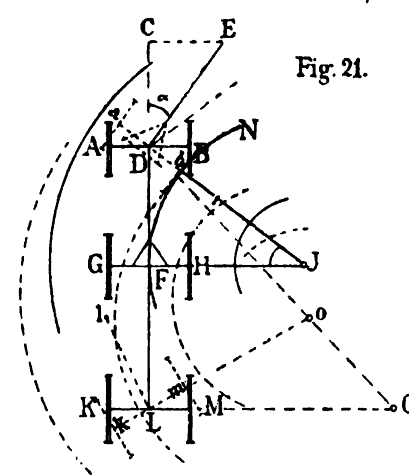


Fig. 21.

für die freie Bewegung eines Zweigespanns auf voller Bahnbreite. Des größeren Halbmessers bedarf es, wo beladene Wagen bergauf gehen müssen, damit sie volle Zugkraft entwickeln können.

Beim Langholzwagen gilt Aehnliches, wenn der Hinterwagen, mit seiner Lenkwiede an die Stammholzladung gekettet, der Bahn des Vorderwagens folgen muß, es beträgt aber der Abstand zwischen beiden (= DL) ²/₃ bis ³/₄ der Stammlänge, also oft das 5- bis 6fache von DF, wogegen die Seitenbewegung der Vorderräder bis unter die Drehschemel, auf welchen die Stämme liegen, gehen kann. Der geringste Bogenhalbmesser R (= DO) würde sich alsdann, wenn $\sphericalangle CDO = R^0 + \alpha = 140^0$, noch auf **mindestens** 48 m für langes Stammholz berechnen.

Mutet man jedoch dem Fuhrmann zu, die Ketten des Hinterwagens vor engen Bahnkurven zu lösen und die Lenkwiede in die Richtung Ll zu bringen („lodern oder schwippen"), so vermag er sein Fuhrwerk in einem Wegbogen (MN) gehen zu lassen, dessen Halbmesser R'

für DL = 18 m die Größe von 24—30 m
„ „ = 24 „ „ „ „ 30—36 „

nicht zu übersteigen braucht.

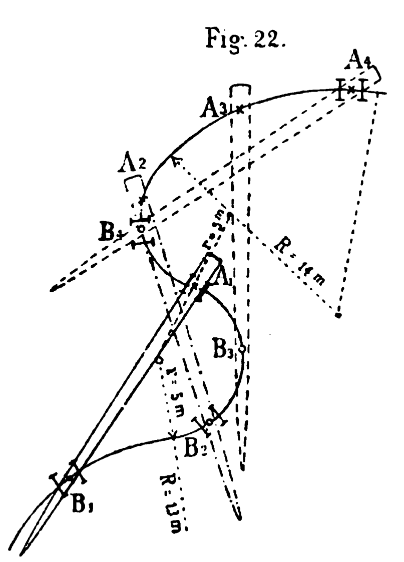
Die Zumutung der Lockerung bedeutet also bei bauschwierigem Gelände eine namhafte Ersparnis an Baukosten und Erleichterung in der Wahl der Wendplätze.

Viel günstiger liegen die Verhältnisse bei der Anlage von schmalspurigen Schienenwegen (Rollbahnen). Die dabei zur Verwendung kommenden Fahrzeuge haben zwei niedere Räderpaare mit 60—70 cm Abstand der Achsen, tragen inmitten ihres Rahmens eine Vertikalachse, um welche die aufzusetzenden Tragvorrichtungen freie Bewegung haben.

a. Die zur Förderung von Brenn- und Schnittholz rc. auf ein Wagenpaar aufgesetzten Plattformen, Mulden oder Tragkörbe lassen die Räderpaare der kurzen Wagen unter sich jede Drehung auf Schienenkurven von nur 5 m Halbmesser auslaufen und da die Wagen, wenn zu Zügen verbunden, eine bewegliche Kuppelung haben, so vermag auch ein ganzer Zug in kleinen Windungen und schmalstem Raum sich fortzubewegen.

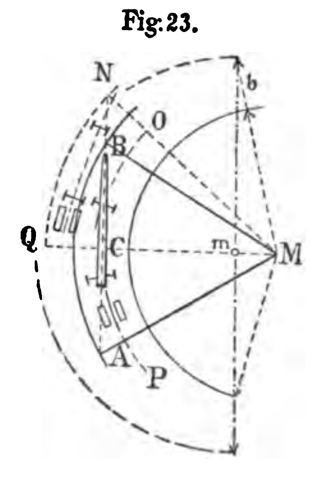
b. Zur Förderung von Langholz wird über jeder Räderachse ein Drehschemel aufgesetzt; jener des Vorderwagens nimmt das dicke Stammende, derjenige des Hinterwagens den Stamm in 0,7 bis 0,8 seiner Länge auf. Bei dem Durchfahren von Kurven (siehe Fig. 22) bewegen sich die Wagen fort, indem sie den Drehungen der Geleise folgen, während die Stämme auf ihren Schemeln sich wie Sehnenlinien über die Kurven legen. Ein 15 m langer Stamm A_1B_1 liegt, wenn der Vorderwagen A_2 in die zweite Kurve von 5 m gelangt ist, mit B_2 noch in der ersten, mit B_3 ebenfalls, wenn A_3 die zweite verlassen hat. Ein langer Stamm vermag diese engen Kurven ebenfalls zu durchlaufen, doch droht die Möglichkeit einer Spannung in den Geleisen oder die Nötigung einer rückläufigen Bewegung in einzelnen Lagen. Namentlich aber ist offenbar, daß zu beiden Seiten so enger Kurvenzüge das Gelände auf 4—5 m frei sein muß. Für festliegende Bahnlinien wird daher mit Halbmessern unter 10 m nichts gewonnen; enge Gegenkurven werden zu vermeiden sein.

Fig. 22.



Beim Gebrauch der gewöhnlichen Langholzwagen tritt als Bedingung, welche bei Schienenwegen hinfällig ist, jene der hinlänglichen Bahnbreite für die Fahrbarkeit hinzu. Wird ein längeres Fuhrwerk in einer Kurve zur Seitendrehung genötigt, so muß der Vorderwagen eine Kreis- oder kreisähnliche Linie beschreiben, während seitwärts seiner Geleise die Hinterräder folgen, wenn der Halbmesser der Kurve unter eine gewisse Größe sinkt. Das Fuhrwerk muß dann zur Sicherheit einen geräumigen Wendungsplatz vorfinden. Zur Entscheidung über die geringste Fahrbahnbreite kann man auf dem Wege des Versuchs oder der Konstruktion gelangen:

Fig. 23.



Räumt man freieste Bewegung mit ungelockertem Langholzwagen ein, so wird außer einer Vergrößerung des Halbmessers auch eine Bahnverbreiterung ratsam, denn (Fig. 23) aus der Gleichung

$$(\overline{MO} + \overline{ON})^2 = \overline{CM}^2 + \overline{CN}^2$$

worin MO = CM = R, ON = Wegbreite b und CN = ganze Fuhrwerklänge l ergibt sich

$$b_1 = \frac{l^2}{2r}\left(-\frac{l^4}{8r^3} + \ldots\ldots\right).$$

Kann man auf eigenen Waldwegen den Fuhrwerken Lockerung des Hinterwagens zumuthen, so tritt eine andere Gleichung in Geltung, worin $AC = \frac{1}{2}l$, $CM = r$ (Halbmesser der Mittellinie), $AM = BM = r + \frac{1}{2}b$ demgemäß

$b^2 (Nw) = \frac{l^2}{4r}$ [13]).

13; Bei welch' letzterer Auffassung auch r (mittlerer Halbmesser) $= \frac{l^2}{4b} - \frac{b}{4}$, anstatt $R = \frac{l^2}{2b} - \frac{b}{2}$, also $= \frac{1}{2}R$ wird.

Hienach berechnen sich folgende Minimalbreiten

für r = (in Metern)	Wenn die Fuhrwerkslängen steigen bis 12	18	24	30	36 m
8	4,5	10,1			
10	3,6	8,1			
15	2,4	5,4	9,6		
20	—	4,1	7,2		
25			5,8	9,0	
30			4,8	7,5	10,8
40			3,6	5,6	8,1
50				4,5	6,5
					5,4

und kleinste Halbmesser für verschiedene Bahnbreiten und Fuhrwerkslängen

	l = 10	15	20	25	30 m
b = 4,0 m	6,2	14,1	25,0	39,0	56,0
4,5	5,5	12,5	22,2	34,7	50,0
5,0	5,0	11,2	20,0	31,2	45,0
5,5		10,2	18,2	28,4	41,0

Es bedarf demnach desto reichlicherer Bahnentwicklung, je kleiner die Halbmesser und je längere Fuhrwerke zu gehen pflegen, wie in großer Nadel-Nutzholzwirtschaft.

§ 18. Muß ein Wegzug irgendwo seine Richtung durch Umkehr in einem spitzen Winkel ändern, so muß nächst diesem Orte durch Verwandeln des Linienkomplexes in eine Kreisbogenlinie (oder mehrere) eine Rampe (Kehre) hergestellt werden, welche an beiden Enden durch Tangenten wieder einlenkt. Eine Rampe gestaltet sich am günstigsten und kostet am wenigsten, wenn sie auf einem Platz angelegt wird, wo die Bodenneigung gering ist und der Wendebogen sich gleichheitlich auf beide Schenkel des Winkels verteilen läßt. Dann erfüllen sie auch die Bedingungen der Fahrbarkeit am ehesten, wofür die kleinsten Halbmesser des äußeren und inneren Bogens der Wegkrone nach Maßgabe der Länge, Breite und Drehfähigkeit der üblichen Fuhrwerke zuerst zu bestimmen und dann die Anschlußpunkte der einlenkenden Tangenten zu suchen sind. Wie Fig. 24 zeigt, ergibt sich die

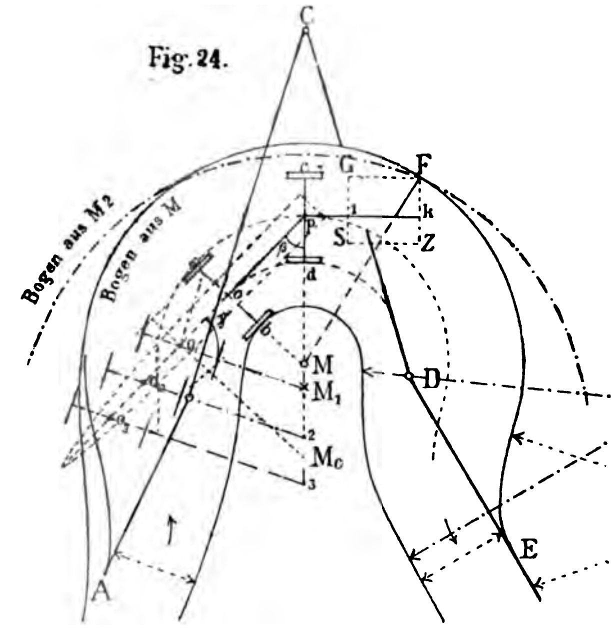


Fig. 24.

geringst-zulässige Kronenfläche zur Wendung im Winkelzuge BCD, wenn das eingezeichnete Fuhrwerk die Lenkwiede op, bis zu $\measuredangle$ opk Drehung und bis GF Raumbedarf hat, zwischen dem Außenbogen aus $MF = R$ und dem Innenbogen aus $Mb = r$ mit der Achsenlinie aus $Mp = r$.

Der Halbmesser r ist (wie früher dargelegt) durch die örtliche Lage gegeben, nämlich $> Mo$; durch Rechnung ergibt sich

Halbmesser R aus r, $Fk = s$ und $pk = d$

nämlich $= \sqrt{(r + s)^2 + d^2}$.

Es wird ferner aus r, da $\measuredangle Mpo = \measuredangle Kpo - 90° = \measuredangle \beta$

und $\frac{ab}{2}$ (halbe Spurweite) $= a$,

Halbmesser $r = r \sin \beta - a$.

Müßte Stammholzfuhrwerken von der Länge $0_1p - 0_2p - \ldots$ Rücksicht getragen werden, so müßte $r = M_0p$ u. s. w. und demgemäß R und r vergrößert werden. Die Ausmaße der üblichen Fuhrwerke sind also unentbehrlich, um in jedem Einzelfalle zu ausreichenden Maßverhältnissen des Rampenplatzes zu gelangen.

Im Sinne der Kosten-Ersparnis ist jedoch das Lockern des Hinterwagens in Rechnung zu nehmen, wodurch für den etwaigen (noch zu großen) $\measuredangle M_1 0_1 p = \gamma$ der Zentripunkt von M_0 nach M_1 verlegt und demzufolge die Halbmesser R und r, sowie die Bahnbreite $B = R - r$ namhaft ermäßigt werden. In solchem Falle muß der Halbmesser r_1 der Mittellinie berechnet werden aus $0_1p = 1$ und den Winkeln β und γ, nämlich

$$r_1 = 1 \frac{\sin \gamma}{\sin (\beta + \gamma)}$$

was auch die Umrechnung von R und r bedingt.

Da die nämlichen Maßverhältnisse wenn auch mit Schwankungen öfter wiederkehren, so machte Ed. Heyer den zweckmäßigen Vorschlag, über die Maßverhältnisse, welche für verschiedene Größen des mittleren Halbmessers r, für die Ausmaße von Rampen nach außen und innen u. bezw. die größten Stammlängen ohne und mit Lockerung der Lenkwiede sich ergeben, Tabellen aufzustellen [14]).

Selbstverständlich muß, wie oben schon $\measuredangle \gamma$ statt $\measuredangle \beta$ zur Sicherheit des Fahrens zugegeben ist, auch die Krone der ganzen Rampe behufs dessen noch um etwa 1 m breiter angelegt, trotzdem aber den Fuhrwerken zugemutet werden, daß sie bei einer Begegnung vor oder hinter der Rampe ausweichen.

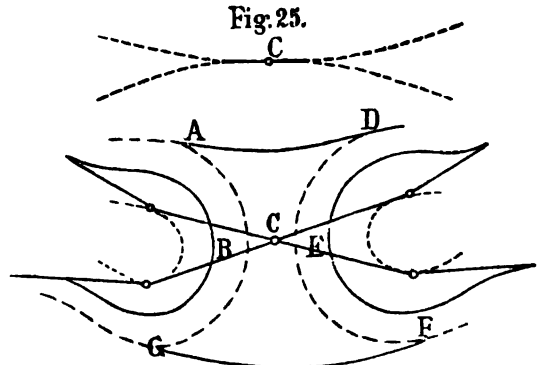
Ein Ab- und Zugeben in der Formung der Rampen ist weiterhin durch örtliche Verhältnisse, Rücksichten auf Ausgleichung des Gefälles, der Ab- und Auftragsmassen u. a. geboten.

Einseitig formen sich nicht selten die Rampen, um Bauschwierigkeiten, fremdes Eigentum und zu große Kosten zu umgehen. Namentlich ist auch zu beachten, daß bei sehr spitzem Scheitelwinkel die obere Bahn z. B. bei D mit ihrer Auftragsböschung dem inneren Kronenrand bei B zu nahe kommen kann. Kreuzen sich in C zwei Wegzüge, deren einer auf- und der andere absteigt, so muß die Rampenanlage den Fuhrwerken ebenso die Fortbewegung in einer Richtung wie die Wendung in die andere ermöglichen. Zu diesem Zweck muß bei C eine Ebene geplant werden, welche die Kronenränder ABG und DEF (Fig. 25) der beiden in gleicher Höhe zu bauenden Rampen verbindet und berg- und thalseits selbst durch einen der Bodenform sich anschließenden oberen und unteren Böschungsrand (AD u. GF) begrenzt ist. Jede Fahrwegrampe muß, nachdem der Winkelzug mit einem Winkelmesser

14) Siehe dessen sehr beachtenswerte Entwicklungen im Thar. F. J. v. 1876 H. 1 u. A. F. u. J.Z. von 1885 S. 365 u. ff.

oder wenigstens mit der Kreuzscheibe und Längenmaßen aufgenommen und im Maßstab von $\frac{1}{100}-\frac{1}{200}$ aufgetragen ist, unterworfen werden, wie es Fig. 24 andeutet, unter Benützung der allgemeinen und örtlichen Erfahrungen. Nach Feststellung der Ausmaße wird

Fig. 25.



entweder die Scheitellinie CM oder die beiderseitige Zugslinie ABC, CDE als Abszissenachse benützt, um durch Senkrechte alle wichtigen Punkte festzulegen und auf das Gelände zu übertragen. Die Bogenlinien können teils zum Uebertragen in Koordinaten gelegt, teils durch Radialabsteckungen festgestellt werden.

Wo am Ende von sog. Sackgassen, z. B. in Seitenthälern, wenn ihr oberer Verlauf und ihr Gefälle die Fortsetzung einer Fahrbahn nicht erlaubt, Wendeplätze oder Holzlagerplätze, letztere etwa mit Terrassen und Ab- und Zufahrten, anzulegen sind, ist ein ähnliches Verfahren der Konstruktion und Absteckung ratsam.

IV. Die Aufnahme der Profile und die Berechnung der Ab- und Auftragskörper.

§ 19. Aufnahme der Quer- und Längenprofile. Nach Ordnung des Linienzugs ist die Gefällabsteckung da und dort zu berichtigen und auszugleichen und die Streckeneinteilung wegen der eingetretenen Veränderungen neu einzumessen.

In den gleichmäßigen Abständen erfolgt jetzt die Absteckung und Messung der Querprofile, soweit beiderseits der Straßenachse das Gelände mutmaßlich in den Baubereich fällt.

An jedem Aufstellpunkt des Längeprofils zeigt ein Bodenpfahl a die Waglinie der künftigen Bahn und ein Zeichen b im Handriß des Kurvenzugs die etwaige Abweichung der Straßenachse. Von a aus bestimmt man nach beiden Seiten das Profil durch Messungen

1) mit Meßruthen, Setzwage und Richtscheit oder einem Gradmesser bei einfachen Verhältnissen, welche rasche Aufnahme erlauben oder bedingen;

(ein gestrecktes Profil ist durch die Messung des Neigungswinkels, ein gebrochenes durch zwei Winkelmessungen und Fixierung des Brechungspunktes bestimmt)

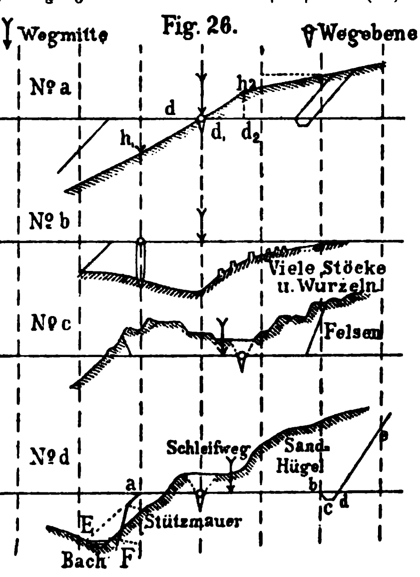
2) mit einem Senkel- oder Libelleninstrument bei unregelmäßigen und großen Profilen und wo die Zwecke genauere Messungen bedingen

in wagrechten Abständen von 2—3 m und Höhenmessungen bis auf ganze oder je 2 cm, mit Eintrag der erhobenen Maße in ein vorgerichtetes Formular, neben welchem ein Handriß und Notizen die Bodenformen und Zustände erläutern.

(Der Gebrauch von quadriertem Papier ist zu empfehlen.)

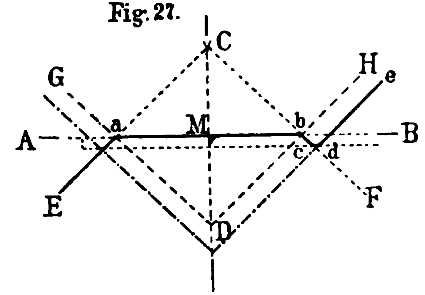
Hoher Auf-, tiefer Abtrag, Einmündungen, Rampen, Lagerplätze ... erfordern Ausdehnung der Profilaufnahmen.

Sind danach die Profile in größerem Maßstab (1 : 100 bis 200) gezeichnet, so wird das Normalprofil des künftigen Weges hinzugefügt. Hiezu wird eine Musterform (Chablone) auf starkes Papier, Pappstoff oder dünnes Blech aufgetragen, welche im gleichen Maßstabe die Baulinien: Wegkrone, Seitengräben, Böschungen darstellt, und ausgeschnitten oder nur durchstochen, Fig. 27, in AB die Wagelinie, CD die Wegachse, in deren Schnitt mit AB die Wegmitte, in a und b die beiderseitige Straßenkante, in den durch a und b ziehenden Neigungslinien die Böschungsrichtungen, in den Parallelen zu AB, GD und DH die Grabenprofile gibt.



Legt man den Musterausschnitt Eabcde so auf ein Querprofil, daß zugleich die Weghöhe in die Wagrechte AB und die Wegmitte auf Punkt M des Ausschnittes kommt und zieht Eabcde aus, so ergibt sich die Querprofilfläche des Ab- $\left\{\begin{matrix}\text{oder}\\ \text{und}\end{matrix}\right\}$ Auftrags, z. B. Fig. 26. d.

Wo die Baulinien noch unganz sind, werden sie ergänzt, z. B. aF = Profil einer Stützmauer.


Fig. 27.

Die Profilflächen des Abtrags werden durch Schraffierung oder einen leichten Farbenton gegen jene des Auftrags kenntlich gemacht.

Der Kubikinhalt der Erdkörper, welche zwischen je zwei Querprofilen liegen und nach deren Ab- oder Aufbau die Größe der Arbeit sich bemißt, muß aus dem Flächeninhalt der Querprofilflächen abgeleitet werden.

Letzteren (Q) findet man, wenn man sich ein Profil durch so viele Parallelen (Ordinaten) zerlegt denkt, daß jeder Teil als Trapez gelten kann, also wenn der gleichgroße Abstand = d und die Länge der Ordinaten = 0_0, 0_1 .... 0_n

$$Q = d\left(\frac{0_0 + 0_n}{2} + 0_1 + .. + 0_{n-1}\right).$$

Sind die Endstücke △, so ist 0_1 und $0_n = 0$. Häufig genügt schon ein einfacheres Verfahren wie

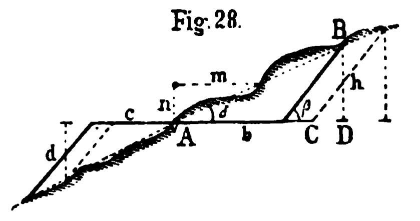
1) ein Zerlegen in mehrere Dreiecks-Paare, deren Höhe und gemeinschaftliche Grundlinie man mißt,

2) ein Umwandeln der ganzen Figur in ein Trapez oder Dreieck,

3) ein Auflegen eines durchsichtigen doppelten Quadratnetzes, dessen größere und kleinere Quadrate man auszählt, mit Abschätzung der Reste,

4) die Anwendung eines Planimeters,

5) die gutächtliche Streckung unregelmäßiger (z. B. wellenförmig gebuchteter) Profile und nachfolgende Berechnung aus den cotg des Gelände- und Böschungsprofils (Fig. 28):


Fig. 28.

Es sei aus der Wagrechten m und der Höhe n cot δ = δ bestimmt, cot β durch Wahl des Bö-

schungsverhältnisses (β), AC = b, BD = h, so wird, da hδ = b + hβ, $h = \frac{b}{\delta - \beta}$, der Inhalt

$i = \frac{bh}{2} = \frac{b^2}{2(\delta - \beta)}$ und wenn b um ± x sich ändert,

$$\text{das} \begin{matrix}\text{größere}\\ \text{kleinere}\end{matrix} \Big\} \; J = \frac{(b \pm x)^2}{2(\delta - \beta)},$$

welche Rechnung thalseits wie bergseits die gleiche ist [15]).

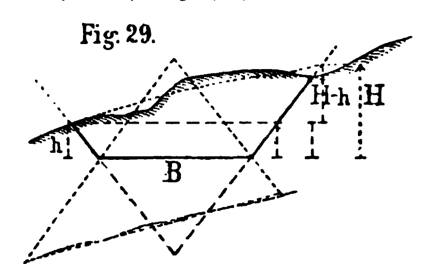


Fig. 29.

Bei Ab- oder Auftragskörpern, welche beiderseits mit Böschungen begrenzt sind (Fig. 29), ist die Rechnung aus B, H, h und β ebenso einfach, es ist $J = \pm \frac{1}{2} B(H + h) + Hh\beta$.

Es lassen sich somit vielerlei Wege zur mehr flüchtigen annähernden und zur umständlicheren genaueren Berechnung der Querprofilflächen einschlagen. Wo zu größeren aber einfacheren Waldwegen zahlreiche Flächen zu ermitteln sind, wird man auch ein einfacheres Verfahren mit der Erwägung wählen, daß die natürliche Bodenoberfläche nie ganz regelmäßig gestaltet ist, größere Ungenauigkeiten durch Verkürzung der Strecken (Profilabstände) vermieden oder verringert werden können, und daß bei Erdarbeiten ein Fehler von 1—2 cbm den Kostenanschlag sehr wenig beeinflußt, zumal die Schwierigkeit der Arbeit (also der Zeitaufwand pro 1 cbm) auch nie ganz sicher bemessen werden kann. Die Aufstellung von Tafeln, welche für eine durchschnittliche Neigung des Geländes, eine bestimmte Auf- oder Abtragsbreite und einen gewissen Böschungsgrad (β) die Auf- oder Abtrags-Querfläche in □m angeben, sind daher ein schätzenswertes Hilfsmittel [16]).

Sind die Inhaltsberechnungen durch die Zeichnung und Flächenermittlung der Querprofile vorbereitet, so gelangt man durch die Vorstellung, die Profilebenen seien parallel, weil alle senkrecht stehen, zu der weiteren, daß der ganze Erdkörper durch die Profilschnitte vom Abstand d_1 d_2 .... d_n in prismatische Teile zerlegt sei, deren erster die Fläche des Randschnitts G_0 und des Teilschnitts G_1 zur Begrenzung habe, daher K_1 (Kubikinhalt) $= d_1 \frac{G_0 + G_1}{2}$ sei. Demgemäß besteht der Gesamtkörper Σ(K) aus der Summe $K_1 + K_2 + .. + K_n$ und man erhält:

$$\tfrac{1}{2} [d_1 (G_0 + G_1) + d_2 (G_1 + G_2) .... + d_n (G_{n-1} + G_n)]$$

oder

$$\tfrac{1}{2} [G_0 d_1 + G_1 (d_1 + d_2) + ... + (G_n d_n)]$$

worin das erste und letzte Glied = 0, wenn der Wegzug auf einer Ebene (oder an einem fertigen Weg) beginnt und endigt.

Ist Abstand $d_1 = d_2 = d_3$ ...., so vereinfacht sich der Ausdruck zu

$$\Sigma(K) = d\left(\frac{G_0}{2} + G_1 + ... + G_{n-1} + \frac{G_n}{2}\right)$$

für den ganzen Wegzug oder einen Teil desselben, für die Gesamtheit der Abtrags- und getrennt davon für jene der Auftragsprofile (# und ⁚).

---

15) Siehe C. f. d. g. F. 1879 März. S. 121—128; ferner zwei Verfahren, um Tafeln darauf zu gründen, bei Dr. Ed. Heyer, Tafeln z. Erdmassen-Berechn. beim Bau der Waldwege, Berlin u. Leipzig 1879; Dr. F. Grundner, Taschenbuch zu Erdmassenberechnungen, Berlin 1884.

16) Die Tafeln von Ed. Heyer geben leider nur für eine Wegbreite (von 5 m) und für β = 1 die Flächen, jedoch für Ab- und Auftrag getrennt; für mehrere Breiten würden sie zu umfangreich. Das Taschenbuch von Grundner sieht Auf- (oder Ab-)tragsbreiten von 0,2—6 m für β = 1/2, 3/4, 1 1/4 und 1 1/2 und für Anschnitts- und volle Profilflächen vor und gibt noch Hilfstafeln dazu.

Diese Rechnungsweise eignet sich gerade für solche Körper von ausgeprägter Längenerstreckung, wie Wege, Dämme, Gräben (auch Mauerwerk) sehr gut und empfiehlt sich durch ihre Kürze und Einfachheit. Wo aber die zuerst angenommenen Abstände zu große Unsicherheit drohen, können Zwischenprofile nach Belieben eingeschaltet werden.

Auch die Krümmungen der Straßenachse hindern nicht, da die Einbiegungen nahezu den Ausbiegungen gleichkommen und die Straßenachse meistens die Wegmitte einhält. Beim Durchschneiden rundlich geformter Bergrücken und Hügelzüge wie beim Ueberdammen von eingebuchteten Thälern könnte übrigens auch, wenigstens für eine wichtigere Teilstrecke mit einem Anfangs-, Mitten- und Endprofil (G, γ und g), die Formel Simpson's, welche für ein Prismatoid die beste Rechnungsweise liefert:

$$K = \frac{d}{6} (G + 4\gamma + g)$$

zur Anwendung gelangen.

In Fällen, deren Art und Bedeutung (z. B. Felsensprengungen, wo die Wände steilen „Anzug“ behalten) eine eingehendere Rechnung begründet, sind auch auf gewissen regelmäßigen Körpern fußende stereometrische Formeln nicht ausgeschlossen, indem man die Rechnung auf die Kronenbreite b, den Abstand d, die Böschungshöhen (H, h) und die Böschungskotangente (β) stützt, z. B. bei Fig. 30 läßt sich aus

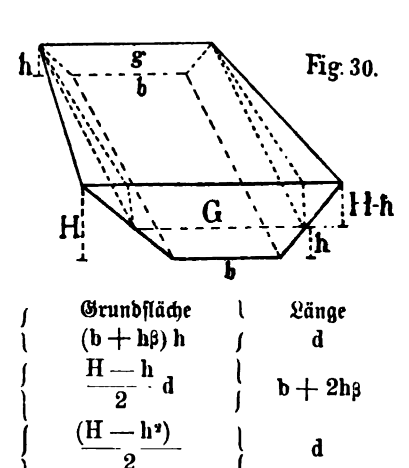


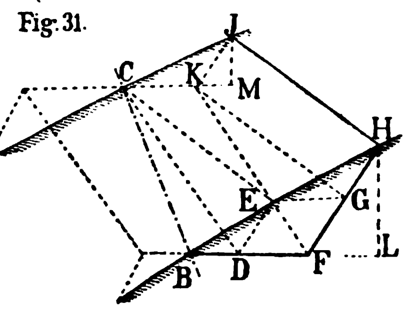
Fig. 30.

	Grundfläche	Länge
1) einem prismatischen Körper	$(b + h\beta)\, h$	d
2) einem zweiten derartigen Körper	$\frac{H - h}{2} \cdot d$	$b + 2h\beta$
3) zwei 3seitigen Pyramiden	$\frac{(H - h^2)}{2}$	d

für den ganzen Körper der Ausdruck herleiten:

$$K = d \left[\tfrac{1}{2} b (H + h) + \frac{H^2 + Hh + h^2}{3} \cdot \beta \right]$$

und bei Fig. 31 aus den drei Körpern des Abtrags, worin $CK = b$, $JM = h$, $BF = B$, $HL = H$ und Abstand der Profile $= d$, die cot des Berghanges $= \delta$, der Böschung $= \beta$ (nach Uebertragung von CK und EG und Ziehung der Hilfslinien CD und DE u. s. w.)

Fig. 31.


$$1.\ \text{Körper} = \frac{bh}{2} d$$

$$2.\ \quad " \quad = b(H - h) \frac{d}{2}$$

$$3.\ \quad " \quad = (B - b) \frac{H - h}{2} \frac{d}{3}$$

woraus, wenn $H = \frac{B}{b} h$ gesetzt wird,

$$K = \frac{dh}{6} \left(B + \frac{B^2}{b} + b\right) \text{ oder, da } h = \frac{b}{\delta - \beta},$$

$$= \frac{d}{6} \cdot \frac{B^2 + Bb + b^2}{\delta - \beta}.$$

In allen Fällen setzt man die Streckenlängen d nach dem wirklichen Lauf der Straßenachse ein. Man erhebt sie entweder durch Nachmessung mit Meßruten oder Abgreifen im Längeprofil, bei den Kurvenstücken auch durch Berechnung aus dem Halbmesser und Zentriwinkel bezieh. Aufschlagen in Sehnen- oder Kurventafeln).

Ist bereits bei den Absteckungen berücksichtigt, daß beim Bauen weder Ueberschuß an Ertragsmassen noch Mangel an Auftrag entsteht und, da die Abtragskörper infolge der Lockerung nachher einen größeren Raum einnehmen, daß deswegen, um annähernde Gleichheit zwischen # und -: zu erzielen, die Mittellinie der Wegzüge noch etwas außerhalb des Geländes fällt, so werden nachträgliche Aenderungen erspart oder auf einzelne Strecken beschränkt. Es ist also im Sinne der Ersparnis an Arbeiten und Kosten jene Zugslinie $O_1 \ldots O_n$ zu erstreben, welche die Gesamtheit der Abtrags- (Ab) von jener der Auftrags-Flächen (An) und der -Massen (J_1 und J_2) so trennt, daß schließlich annähernd $J_1 = J_2$ wird. Hiezu muß der Grad der Auflockerung, welcher den vorkommenden Erdarten erfahrungsmäßig eigen zu sein pflegt, bekannt sein. Die Raumvergrößerung des gewachsenen Bodens[17]) nach der Abgrabung und Wiederanschüttung läßt sich zwar vermindern (Benetzen, Feststampfen), aber nicht beseitigen, und ungeachtet nach einiger Zeit wieder ein Setzen durch Regen- und Schneewasser, die eigene Schwere und den Druck der Fuhrwerke) eintritt, dauert eine gewisse Lockerung länger fort. Man erhält, selbst wenn für den Auftragskörper eine gewisse größere Schütthöhe angenommen wird, aus n Kub.Metern deren $n\,(1 + \frac{p}{100}) = n\,.\,1{,}0\,p$, so daß, obgleich $J_1 = J_2$ zu sein schien, nach der Bauarbeit ein Rest von $J_1\,.\,0{,}0\,p$ übrig bliebe. Derselbe wird, auf die ganze Baufläche F verteilt gedacht, die Schichtenhöhe $x = \frac{J_1\,.\,0{,}0\,p}{F}$ einnehmen, also durch Hebung der Zugslinie um x beseitigt, wobei diese Linie selbst an einem Berghange, dessen Neigungswinkel δ zur Kotangente hat, um $x\delta$ aus dem Hange herausgedrängt wird.

Indessen ist zu beachten, daß auf langen Weglinien die Art und der Zustand des Bodens vielfach wechselt und der Einblick in die Abtragskörper vor dem Bauen fehlt[18]). Die Erfahrungszahlen, welche in technischen Werken mitgeteilt sind, stimmen auch nicht völlig überein. Einige seien hiebei aufgeführt:

Nach Henz[19]) soll nach Vollendung der Arbeiten die Auflockerung (also die dauernde) betragen haben

bei Lehm und leichteren Erdarten 3%,
„ Keuper- und Mergelarten 4—5%,
„ festem Thon 6—7, bei Felsen 8—12%,

Die nötige Ueberhöhung für die Aufschüttungshöhe betrüge hienach bei Lehm- oder thonigem Boden $\frac{1}{12}$ h, bei Dammerde $\frac{1}{14}$ h, bei sandigem Boden $\frac{1}{23}$ h, bei Steinschüttung $\frac{1}{40}$ h, die obere Verbreiterung $\frac{1}{4}$, bezieh. $\frac{2}{9}$, $\frac{2}{15}$, $\frac{1}{20}$ h.

Andere Techniker geben aber Prozentsätze an, welche das 2—3fache der obigen betragen[20]).

17) Beim sog. gewachsenen Boden muß noch unterschieden werden, ob er der Verwitterung des Grundgesteins entstammt, worauf er liegt, oder durch Abrutschung (Schuttkegel) oder Anschwemmung (Boden der Thäler und Ebenen) entstand und wieweit die Verwitterung vorgeschritten (reiner Erdboden, Steinboden, Felsen).

18) Probe-Einschnitte geben einige Kenntnis darüber. Sicherer wären genaue Versuche mit Bodenarten, deren Zustand und Zusammensetzung man gleichzeitig feststellt.

19) „Praktische Anleitung zum Erdbau" (3. Aufl. von F. Pleßner 1874) S. 62.

20) Dengler a. a. O. S. 81 empfiehlt für „höhere Aufträge auf die senkrechte Böschungshöhe je nach der Bodenfestigkeit 10 bis 15% Zusatz".

Bei gleichmäßigen Bodenformen und -Zuständen kann schon nach dem Augenmaß, auf Erfahrung gestützt, die Ausgleichung von Ab- und Auftrag erreicht werden. Sicheren Aufschluß gibt erst die Massenberechnung, welche man am besten in Abteilungen vornimmt, wie sie nachher als Arbeitsloose sich beibehalten lassen. Zeigt sich dann nur ein Abtrags-Ueberschuß oder Mangel innerhalb einer Abteilung oder Einzelstrecke, so können

a) örtliche Abhilfen durch flacheren oder steileren Anzug der Böschungen, Wegverbreiterungen zu Ausweiche-, Schotter- oder Lagerplätzen, Erweiterung der Seitengräben, Materialbeischaffung von Oedungen oder Steinbrüchen (Schutthalden), Abfuhr von Ueberschuß zu Kulturverbesserungen (z. B. Uebererden von Sumpfstellen) oder

b) Verschiebungen in der Zugslinie, der Straßenachse entlang, eintreten.

Zu a) Das Maas der Veränderung an den Böschungen muß ebenfalls wie die Ausgleichung überhaupt berechnet werden, um wirklich den Zweck zu erreichen.

In Figur 32 zeige der Unterschied der Kubikinhalte zweier Abtragskörper I—i mit ihren um x höheren oder niedrigeren Böschungen den zu beseitigenden Ueberschuß oder Mangel an Abtrag an, dessen Größe $I - i = U$ sei. Daraus ergibt sich, da die Flächendifferenz $\triangle$ jedes Querprofils, dessen Höhe h oder h + x,

Fig. 32.

$$= \pm x \cdot \frac{b}{2} \text{ bezw. } \pm x \cdot \frac{B}{2} \text{ ist,}$$

die Gleichung für die Streckenlänge d

$$U = \frac{d}{2} \cdot x \cdot \frac{b+B}{2} \text{ und}$$

$$\pm x = \frac{U}{\frac{1}{4} d(b+B)}$$

d. h. der Betrag, um welchen die Böschungskante hinauf- oder hinabrücken muß, ergibt sich durch Division in den Ueberschuß mit dem halben Produkt aus der Streckenlänge und der mittleren Abtragsbreite.

Aehnlich läßt sich das neue Böschungsverhältnis β', wenn es vorher β^0 und der Neigungswinkel des Bodens δ war, auch unmittelbar ableiten. Wenn nämlich

$$i = \frac{b^2}{2(\delta - \beta^0)} \text{ war und } I = \frac{b^2}{2(\delta - \beta')} \text{ werden soll,}$$

so wird (aus $U = \frac{b^2}{2(\delta - \beta')} - i$)

$$\beta' = \delta - \frac{b^2}{2(U+i)}.$$

Die Ausgleichung könnte auch am Auftragskörper stattfinden oder auf beide verteilt werden.

Zu b) Die Mittel unter a) reichen, wenn auch anwendbar, nicht immer aus. Dann beseitigt man Ueberschuß oder Mangel durch *Verschiebungen der Straßenachse*, wie oben (S. 320) schon angedeutet worden. Je nach der Sachlage geschieht dies entweder

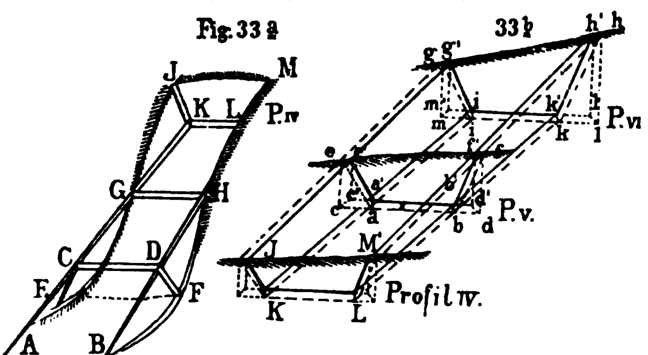
I. Durch *Hebung oder Senkung* der abgesteckten Gefällinien, so namentlich, wenn die angenommene Richtung eingehalten werden muß (Grenz-, Schneisenlinien, Thalengen);

II. Durch *seitliche Verschiebung*, wenn an Berghängen lieber die Zugslinie als das Gefälle geändert wird.

Die senkrechte, wie die seitliche Verschiebung braucht keine parallele zu sein, kann

vielmehr von einem oder mehreren Punkten gegen andere von 0 bis x steigend bewirkt werden.

§ 20. I. Denkt man sich einen Wegzug, welcher zuerst eine Strecke weit mittelst tiefen Einschnitts einen Hügel durchziehen und dann als Aufschüttung dammartig ein flaches Thal überschreiten soll, so wird eine parallele {Hebung / Senkung} der ganzen Gefällinie, von welcher Fig. 33a das erste (ebene) Querprofil AB, das zweite CEFD in der Thalstrecke,



das dritte GH am Eingang des Durchstichs, das vierte IKLM in demselben zeigt, die Abtragsmasse im Durchstich {vermindern / vermehren}, dagegen in der Thalstrecke das Gegenteil bewirken, bei AB jedoch, wie am anderen Ende, zur Einlenkung auf Null ausgehen müssen.

Die Höhe x der {Hebung / Senkung} ergibt sich — Fig. 33b zeigt 3 Einschnittsprofile (IKLM und 2 folgende) — dadurch, daß man an jedem Profil die Größe der entsprechenden neuen Grenzen der Baufläche feststellt, was durch die Projektion der Böschungsflächen auf die Wegebene bewirkt wird, so daß z. B. für Profil V und VI die Baufläche durch die Linien cm und dl anstatt durch c'm' und d'l' (oder umgekehrt) gebildet wird. Da aber die Kronenbreite ab = a'b' = ik = i'k' = b bleibt, so wird die Bauflächenbreite B für das Böschungsverhältnis β bei Gleichheit der beiderseitigen Böschungshöhen h

$= b + 2h\beta$ und bei ungleicher Höhe h' und h''

$= b + (h' + h'')\beta$.

Der Abtragsüberschuß oder -Mangel U wird durch die Hebung oder Senkung um die Höhe x beseitigt, es muß innerhalb zweier Profile vom Abstand d die Gleichung gelten

$$\pm x = \frac{U}{d \cdot B}.$$

Bei Ungleichheit der Endprofile (B_1 für Profil V und B_2 für Profil VI) aber wird

$$\pm x = \frac{2U}{d(B_1 + B_2)}$$

und für eine Reihe von Abtrags-Profilen mit Ungleichheit der Abtragshöhen und der wagrechten Abstände ($d_1 d_2 \ldots d_n$), da die ganze Baufläche = Summe der Produkte aus den Abständen und Größen $\frac{B_0 + B_1}{2} \ldots \frac{B_{n-1} + B_n}{2} = F_1 + F_2 + \ldots F_n$,

$$\pm x = \frac{U}{F_1 + F_2 + \ldots + F_n}.$$

Sind die Abstände gleich und die beiden Endprofile = b, weil sie auf ebenem Boden liegen, bezw. an fertige Wege anschließen, so genügt die einfache Rechnung aus

$$U : d(b + B_1 \ldots + B_{n-1}).$$

Die Ausgleichungsrechnung kann jedoch sogleich auf die Auftrags- (Au) und die Abtrags-Strecke (Ab) ausgedehnt werden, denn, wäre die anfangs berechnete Masse in $Au = M$, in $Ab = N$ und $M \gtrless N$, so müßte zur Ausgleichung $M + V_1 = N \pm V_2$ d. h. durch die $\left\{\begin{matrix}\text{Senkung}\\ \text{Hebung}\end{matrix}\right\}$ um x die Strecke Ab um V_1 $\left\{\begin{matrix}\text{weniger}\\ \text{mehr}\end{matrix}\right\}$, Au dagegen um V_2 $\left\{\begin{matrix}\text{mehr}\\ \text{weniger}\end{matrix}\right\}$ also $U = M - N = \pm (V_1 + V_2)$ oder wenn Baufläche des $\left.\begin{matrix}\text{Auftrags} = F_1\\ \text{Abtrags} = F_2\end{matrix}\right\} = \pm x (F_1 + F_2)$ werden, woraus $\pm x = \frac{U}{F_1 + F_2}$.

Ziehen die Weganlagen den Berghängen entlang, so sollen die Abtragsmassen aus dem Anschnitt beiläufig den Auftragskörper thalseits decken; aber durch die Ungleichheit des Abfallwinkels, die Regelung der Kurvenzüge, die Anlage der Seitengräben u. a. wird oft Ungleichheit veranlaßt.

Zwischen zwei gleichen Querprofilen ABCDE und MN ... Q (Fig. 34) hätte die

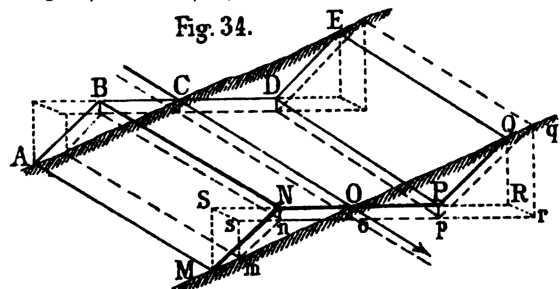


Fig. 34.

Massenberechnung aus $OP = b$ und $QR = h$ bergseits, aus $ON = C$ und $MS = S$ thalseits für die Strecke d die Ungleichheit ergeben $\frac{b \,.\, h}{2} < \frac{C \,.\, S}{2}$, daher

$$U = \frac{d}{2} (C \,.\, S - b \,.\, h),$$

was durch Senkung der Wegachse CO um x zu beseitigen ist. Es muß daher das Profil des $\left\{\begin{matrix}\text{Abtrags um die Fläche v größer}\\ \text{Auftrags „ „ „ w kleiner}\end{matrix}\right\}$ oder $d\left(\frac{b \,.\, h}{2} + v\right) = d\left(\frac{C \,.\, S}{2} - w\right)$ und $d(v + w) = U$ werden.

Senkt man die Punkte O und C um x und zieht im vorderen Querprofil zu MN, NP und PQ die Parallellinien mn, np und pq, sowie die Senkrechten $qr = H$ und $ms = s$, so muß, da die wagrechten Streifen NSsn und PRrp = den Böschungsstreifen sind, die Querfläche

$$\begin{aligned} RSsr &= x[b + C + (h + S)\beta] \\ &= x[B + c + (H + s)\beta] \end{aligned}$$

d. h. da beide Werte innerhalb der Klammer = Bk (B a u f l ä c h e n b r e i t e) sind, die Querfläche der Ausgleichung = x . Bk werden.

Die Ausgleichnng wird also erreicht, wenn $U = d\,(v + w) = d \,.\, x \,.\, Bk$ wird, woraus für H e b u n g o d e r S e n k u n g sich ergibt

$$\pm x = \frac{U}{d \,.\, Bk}.$$

M a n e r m i t t e l t d e m n a c h d i e H e b u n g s- (S e n k u n g s-)H ö h e, i n d e m m a n d e n M a n g e l o d e r U e b e r s c h u ß d u r c h d i e B a u f l ä c h e d i v i d i e r t.

Was für eine einzelne Strecke mit gleichen Endprofilen gilt, ist auch auf eine längere Weglinie mit Ungleichheit der Abstände und Querprofile übertragbar, deren gleiche Kronen-

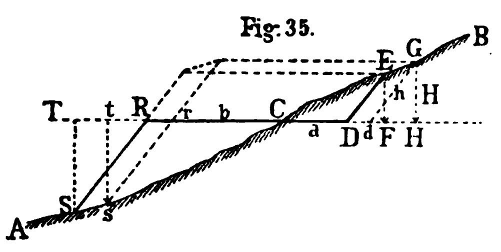
breite längs demselben Berghang selten große Unterschiede der Schnittflächen entstehen läßt. Man berechnet alsdann, nachdem die Bauflächenbreiten $B_0 B_1 \ldots B_n$ den Zeichnungen der Querprofile entnommen sind, die ganze Baufläche F des Ausgleichungsstückes, dessen Abstände $= d_1 d_2 \ldots d_n$ sein mögen, am leichtesten aus dem Ansatze

$$F = \frac{1}{2}\left[d_1 B_0 + (d_1 + d_2) B_1 + \ldots + (d_{n-1} + d_n) B_{n-1} + d_n B_n\right]$$

wobei $B_0 = B_n = b$ (Kronenbreite) sein kann. Nur ausnahmsweise wird einmal die Hebung (Senkung), wenn sie parallel erfolgte, so bedeutend sein (z. B. über 0,5 m), daß die vorhergehende und folgende Strecke davon berührt wird. Bejahenden Falles aber müßten diese, sofern an ihren Endpunkten die Veränderung auf 0 ausgienge, mit halbem x (bezw. halbem d) in die Ausgleichungsrechnung hereingezogen werden.

§ 21. II. Ist bei einer Wegabsteckung dem zweckmäßigsten Gefälle nachgestrebt worden, so wird man dasselbe durch die Absicht der Massenausgleichung nicht mehr gerne verändern, sondern eine seitliche Verschiebung der Wegachse vorziehen, entweder parallel (berg- oder thalseits) oder mittelst einer kleinen Veränderung der zuerst gewählten Kurvenhalbmesser. Die Lösung der Aufgabe ist dabei eine ähnliche, aber einfachere wie unter I.

Fig. 35.



An dem Berghange AB hätte eine Wegstrecke d mit dem Querprofil $CDE = \frac{d \cdot h}{2}$ für Ab-, $CRS = \frac{B \cdot S}{2}$ für Auftrag bei der Berechnung die Ungleichung ergeben

$$d \frac{a \cdot h}{2} \gtrless d \frac{B \cdot S}{2}.$$

Zur Ausgleichung muß werden

$$d\left(\frac{a \cdot h}{2} \pm v\right) = d\left(\frac{B \cdot S}{2} \mp w\right)$$

also $U = d(v \mp w)$.

Rückt Punkt C um x wagrecht gegen d oder R, so wird das Querprofil

bergseits größer oder kleiner um $v = x \frac{h + H}{2}$

thalseits kleiner oder größer um $w = x \frac{S + s}{2}$

somit $$U = d \cdot x \cdot \frac{h + H + S + s}{2}$$

und, da leicht nachzuweisen, daß

$$h + S = H + s = L$$

$$\pm x = \frac{U}{d \cdot L}$$

d. h. die Größe der seitlichen Verschiebung ergibt sich aus der Division des Ueberschusses durch das Produkt aus der Weglänge und der Summe der oberen und unteren Böschungshöhe.

Ist diese einfache Ausgleichungsrechnung auf eine Reihe von Profilen auszudehnen, so ergibt sich analog den früheren Entwicklungen bei Gleichheit der Einzelstrecken = d,

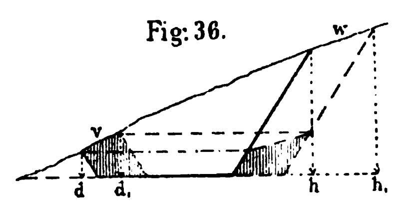
$$\pm x = \frac{U}{d\left[\frac{1}{2}(L_0 + L_n) + L_1 + \ldots + L_{n-1}\right]}$$

stets mit Minderung der Abtragsbreite a um x, wenn Abtrags-Ueberschuß zu beseitigen ist.

Zu einer nur beiläufigen Ausgleichung genügt es, die durchschnittliche Größe von L zu ermitteln und mit der ganzen Weglänge zu vervielfachen.

Ist die Ausgleichung an einem Kurvenzug mit bald thalseits bald bergseits offenen Bögen zu bewirken, so kann dieselbe nicht immer parallel stattfinden, denn der Abtragsüberschuß pflegt sich an den Bergvorsprüngen, der Abtragsmangel in den engeren Thalbuchten vorzufinden, weswegen an ersteren die Halbmesser zu vergrößern, an letzteren zu verkleinern sind, um die zu großen Ausgleichungstransporte zu vermeiden. Dann sind jedoch auch die Bogenzentripunkte zu verlegen, da neue Tangenten nötig werden ꝛc.

Bei ganz reinen Einschnitts- oder reinen Dammprofilen führt die seitliche Verschiebung eine Erhöhung oder Verminderung der Böschungshöhe thal- und bergseits herbei; es muß daher, sobald z. B. in lauter Abtragsprofilen (wie in Fig. 36) durch Einrücken bergseits mehr Masse gewonnen werden will, auch die Steigerung der Abtragshöhe auf der Thalseite berücksichtigt und die Differenz der äußeren und inneren Profilhöhe gerechnet werden:



$$v = x\frac{d + d_1}{2}, \quad w = x\frac{h + h_1}{2}$$

$$\text{Mehrabtrag} = w - v = x(h - d) = x(h_1 - d_1).$$

Bei der Wahl zwischen Verfahren I und II wird ersteres bei schwacher Neigung des Bodens und vielfachen Wechseln mit Gegengefällen, wie z. B. auf Grenz- und Schneisenlinien den Vorzug verdienen. An Gebirgshängen ist die seitliche Verschiebung sachdienlicher, weil man leichter die Kurvenzüge als die Gefälle ändern wird.

§ 22. Da die ersten Aufnahmen oft noch Veränderungen erfahren, entwirft man die Zeichnungen nur in Bleistift oder feinen Tuschlinien, nämlich

a) den Grundriß, b) die Querprofile, c) das Längeprofil, d) die einzelnen wichtigeren Bauteile.

Am Grundriß werden Aenderungen nur im Falle seitlicher Verschiebung der Zugslinien durch Regelung der Kurven und durch Massenausgleichung nötig. Die endgiltige Straßenachse, die Kronenbreite und abzuräumende Baufläche, die Halbmesser der Kurven, die Looseinteilung, die Rampen, Wendplätze und sonstige Zuthaten des Wegzugs wie die Bergeinschnitte, Thalüberschreitungen, Ueberbrückungen, die berührten Niederlassungen u. s. w. kommen in ihm zur übersichtlichen Darstellung.

Zu seiner Schonung verfertigt man für den Gebrauch während der Bauarbeiten Kopien, entweder mittelst Tuschzeichnnng auf aufgelegtes Pauspapier, welches nachher aufgezogen wird, oder auf glatte, dafür vorgerichtete Leinwand ꝛc.

Ueber größere Wegzüge, Wegnetzteile, läßt man Uebersichtspläne im Maßstab von 1 : 20000 bis 40000 mit dem sog. Storchschnabel (oder dem Reduktionszirkel oder -Maßstab) anfertigen, einzelne Bauteile wie Rampen, Brücken und Durchlässe im Maßstab von 1 : 100—500 auf besondere Blätter zeichnen und die Ausmaße beifügen.

Die Querprofile sind nach der Größe der ausgleichenden Verschiebungen der Straßenachse oder der Böschungsänderungen zu ergänzen und endgiltig in Tusch und Farbe, ihre natürlichen Geländelinien von Hand, die Baulinien mit dem Lineal auszuführen.

Die Abstände zwischen den maßgebenden Profilpunkten (Auslauf der Böschungen, Wegmitte und -Breite, Niveaupfahl) schreibt man ein, weil davon oft Gebrauch zu machen ist. Einzelne Profile bedürfen theilweisen Umzeichnens, sofern an ihnen Abweichungen in der Bauart und den Ausmaßen nötig werden (Stützmauern, Terrassenbau, Pflasterung ꝛc.).

Das anfängliche Längenprofil erfährt bis zur endgiltigen Feststellung durch streckenweise Verlegungen, Gefälländerungen, Regelung des Kurvenzugs und einzelne Anlagen (Wasser-Abzüge, Ueberbauungen, Kreuzungen) ebenfalls mannigfache Berichtigungen und Ergänzungen, damit es richtige und ausreichende Angaben liefert über die Gesamtweglänge, die Länge der Einzelstrecken, deren Gefälle und Lage am Berghang, in Durchstichen oder Aufschüttungen, die Orte der kreuzenden Wasserläufe, ihre Breite und Tiefe, Beschaffenheit des Bodens, Kulturart, Eigentum u. s. w.

Bei einfachen Bauten entfallen viele dieser Einzelheiten, welche bei umfangreichen und schwierigen Bauten von großer Bedeutung sind.

§ 23. Die Bauarbeiten werden eingeleitet durch die Aussteckung und Abräumung der Baufläche, welche bandartig die Holzbestände zu durchziehen pflegt.

Auf eigenem Boden genügt es, mit Stäben oder Pfählen die obere und untere Grenzlinie (am Auslaufpunkt der Böschungen) zu bezeichnen, bis wohin die Abräumung der Bestockung, auch des Bodenüberzugs (Gesträuch, Rasen, Haide, Streu) erfolgen muß. In fremdem Eigentum muß die Absteckung einen zweifellosen, deutlich sichtbaren und schicklichen Grenzzug darstellen.

Bei schweren Stämmen hat Baumrodung den Vorzug, auf steinigem Boden die Stocksprengung (mit Dynamit).

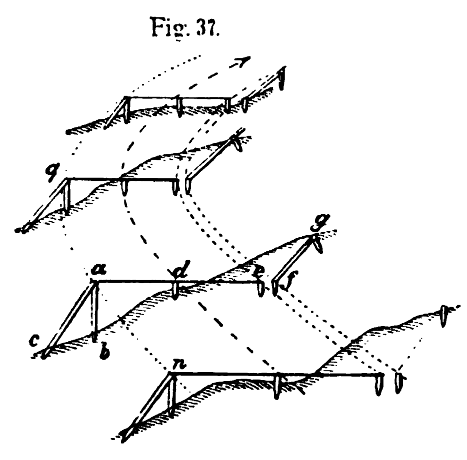
Rasen schichtet man zur Wiederverwendung seitwärts in Haufen auf.

Der Abräumung folgt der Lattengestellbau (die Stangengerüstung, Profilierung).

Die Lattengestelle dienen dazu, beim Bauen den Arbeitern die Baulinien: die Wegrichtungen, Höhen über, Tiefen unter dem Boden, Gefälle, Kronenbreite, Böschungen deutlich vorzuführen und ihnen wie dem Bauaufseher den nötigen Anhalt zu gewähren.

Sie bestehen, wie Fig. 37 zeigt, aus senkrecht in der Wegmitte und an beiden Kronenrändern in den Boden eingetriebenen Latten (oder Stangen) ab, d, e . . . . ., welche in der Weghöhe wagrecht abgesägt und mit schief (in der Böschungsrichtung) eingetriebenen Seitenstücken ac, fg durch Zusammennageln verbunden werden. Ihre Errichtung findet an jedem (oder jedem zweiten) durch Nivellieren eingerichteten Aufstellpunkt statt und ist mit erneutem Einrichten vorwärts und rückwärts (von a nach n und q) mit Visierkreuzen, sowie seitwärts (von a nach d und f) mit Wage und Richtscheit verbunden. Da die Gestelle auf die bestehende Verpfählung sich stützen, so vollzieht sich ihre Aufstellung rasch und sicher. Wo das Verlatten des Abtragsprofils (defg) zu sehr aufhält, begnügt man sich bei einfachen Bauten mit dem Verpfählen am Berghang. Jedoch gewähren förmliche Bodeneinschnitte in etwa 1 m Breite als sog. Musterstücke oft wertvollen Aufschluß über die Beschaffenheit des Bodens und die Größe der Baukosten.

Fig. 37.



Verloren gegangene Punkte werden bei der Profilierung wieder neu eingerichtet, wozu früher angebrachte Rückmarken gute Dienste leisten[21].

21) Im Walde zerstört oder beschädigt die Abräumungsarbeit, aber auch Bosheit und Unverstand (Leseholzsammler) manches Zeichen. Es ist daher sehr ratsam, an nahen Bäumen, Felsen, Mauern zc die Gefällinien durch Einschnitte und sonstige Zeichen zu markieren.

V. Die Wegbau-Arbeiten.

A. Der Erdbau.

§ 24. Damit Fahr- und Gehbahnen entstehen, läßt man nach den Verpfählungen und Lattengestellen die abgeräumte Geländeoberfläche dadurch in regelmäßige Bauflächen verwandeln, daß die Abtragskörper in den vorgezeichneten Grenzen abgehoben und mit ihrem Abhubergebnis die Auftragskörper aufgeschichtet werden.

Man beginnt die Bodenbearbeitung am besten auf der Grenze zwischen Ab- und Auftrag, legt auf dieser Linie auch gerne, wenn thunlich, einen sog. Leitpfad an, welcher die ungefähre Richtung des Vorgehens angibt und den Arbeitsverkehr erleichtert. Bei Steigungen gehen die Arbeiter am liebsten von unten vor. Sie haben so einen festeren Stand, richtigeren Blick und kürzer mit dem Geschirr auszuholen. Die Arbeit ist

1. Erd- oder Grabarbeit d. i. Loslösung der verwitterten Bodenteile durch Einsetzen eines schneidigen Geschirrs, welches den Zusammenhang aufhebt,

2. Brech- und Hebarbeit d. i. Zertrümmern oder Losbrechen der auf und in dem Boden befindlichen größeren Gesteinsmassen, soweit sie dem durch Keil und Schlegel, Brecheisen und Hebel verstärkten Kraftaufwand nachgeben, und Wegheben der Trümmer,

3. Schrotarbeit d. i. Zerlegen der Baumstöcke und Wurzeln mit der sog. Schrotaxt oder einer scharfen Reuthaue,

4. Sprengarbeit d. i. Zerkleinern von Felsen und zähen Baumstöcken durch Anwendung von Sprengmitteln nach erfolgtem Anbohren,

5. Förderarbeit d. i. Werfen mit der Schaufel, Tragen oder Aufladen auf Fahrzeuge und Abführen auf denselben,

6. Schichtungs- und Ebnungsarbeit d. i. Aufbau der Auftragskörper und regelmäßige haltbare Herstellung aller Bauflächen,

7. Wasserableitung: Fortleiten, Versenken oder Sammeln störender Wasserzuflüsse und Herstellung bleibender Ablaufrinnen.

Alle diese Arbeiten richtig anzuordnen, mit Sachkenntnis zu behandeln, die Kräfte bald einzeln, bald vereint wirken zu lassen, alles nötige Geschirr zur Hand und in gutem Stand zu haben, am rechten Ort und zu rechter Zeit zu gebrauchen — davon hängt es ab, daß bei vollem Arbeitsverdienst der Aufwand doch in mäßigen Grenzen bleibt. Das ortsübliche Geschirr verdient gewöhnlich den Vorzug.

Der natürliche Waldboden ist meistens mit organischen Resten oder niederem Pflanzenwuchs bedeckt und bergt zahlreiche Stöcke und Wurzeln. Diese Stoffe müssen beseitigt werden, ebenso eine etwaige Humusdecke, auflagernde Moor- und Schlammschichten. Der davon befreite Baugrund wird,

wenn leichter Sand- oder Ackerboden, mit der Schaufel aufgehoben,

wenn bindige Erde (Lehm, sandiger Thonboden, Kalk-, Mergelboden), mit dem Spaten schollenweise abgestochen,

wenn strenger Thon, zäher Kalkboden, mit der Breithaue, wenn steiniger, durchwurzelter Boden, mit der geschwungenen Reuthaue losgelöst,

wenn steinartig hart, mit bindigen Kies- oder dünnen weicheren Gesteinschichten durchzogen, mit der Spitzhacke und dem Brecheisen zerbröckelt, zersprengt und gehoben.

Der Baugrund kann leichte Arbeit gewähren, aber ein schlechter Baustoff sein, und umgekehrt, jedoch auch durch seine vorzügliche Güte die schwerere Arbeit lohnen. Mäßige Feuchtigkeit fördert, große Nässe und Frost erschwert die Arbeit.

An Abhängen erfolgt der Angriff, wenn die Querprofile Ab- und Auftrag haben, der Straßenachse entlang, nachdem der Böschungsfuß durch einen geneigten Einschnitt vor-

gerichtet und gegen Abspringen von Steinen, Schollen ꝛc. Vorkehr getroffen ist, mit sogleich folgender Verbauung. Bei Durchstichen (reinen Abtragsprofilen) vom unteren Ende gegen oben, oder von beiden Enden gegen die Mitte, zuerst stollenartig, dann mit gassenartiger Erweiterung; hohe Hänge werden schichtenweise von oben abgebaut.

Um die Baurichtung nicht zu verfehlen, vermehrt man im Vorschreiten die Richtpunkte mit einem Gefällmesser oder den Visierkreuzen. Die nächsten Auftragsräume werden durch Schaufelwurf ausgefüllt, Abtragsüberschüsse für spätere Abfuhr stehen gelassen oder seitwärts gelagert.

Felsen und Wurzelstöcke werden während der Erdarbeit nur „abgedeckt", um die beste Angriffsweise zu finden. An klüftigen spaltbaren Felsblöcken werden die durchziehenden Risse oder Schichtungen („Abgänge") erweitert und vertieft, um in die Fugen verstählte Keile mit dem Steinschlegel einzutreiben (oder das Aufquellen dürrtrockenen Weichholzes als sprengende Kraft zu benützen), in die entstehenden Risse das Heb- oder Brecheisen einzusetzen und mit Hebelkraft die Trennung zu vollenden. Zum Verbauen unnötige oder untaugliche („ungattige") Stücke werden mit einem oder mehreren gleichzeitig angesetzten Hebeln oder mittelst einer starken Winde (einfache Fuhrmanns- oder Doppelwinde) aus dem Boden gehoben und seitwärts geschafft. Die Winde erfaßt eine Kante oder Ecke des Felsstücks bald mit dem hervorragenden Fuß, bald mit dem Gehörn ihrer Zahnstange, nachdem sie auf feste Unterlage gestellt und gegen den Felsen geneigt worden und hebt ihn durch das Eingreifen ihres mit der Kurbel von Hand bewegten Getriebes in die Zahnstange. Gefahrdrohende rückläufige Bewegung verhindert das Einfallen des „Sperrkegels" in das Getriebe.

Ganze d. h. unverwitterte, von Rissen freie Gesteinsmassen, welche dem Spaltgeschirr widerstehen und unregelmäßiger Zertrümmerung unterliegen dürfen, werden der Sprengung vorbehalten[22]). Der Zustand (Schichtung oder Klüftung, äußere Form), die Lage und Umgebung (ob einer- oder mehrseits frei) sind maßgebend für die Art und den Ort des Angriffs. In Betracht kommen

1. die Sprenggeschirre, 2. die Sprengmittel, 3. die Bohrung, 4. das Laden der Bohrlöcher und das Abthun der Schüsse, 5. die Aufgaben nach dem Schießen.

Zum Bohren, Laden und Aufräumen sind gewöhnlich im Gebrauche

Bohrmeisel (Meiselbohrer), 2—4 cm dicke, kantige Eisenstäbe, unten mit gerader oder konvexer Stahlschneide oder gewölbter sich kreuzender Doppelschneide mit 25—35 mm Meiselbreite („dreimännige" oder Schlagbohrer) bis zu 65 mm („ein- oder zweimännige" oder Stoßbohrer)[23]), kürzere (0,3—0,5 m) als Anfangs-, etwas längere als Mittel-, die längsten als Abbohrer — zusammen „ein Satz Bohrer";

1 Hand- oder Bohrfäustel, 4kantig aus Eisen, 1—3 kg schwer, zum Antreiben der Bohrer und des Ladstocks;

1 Räumlöffel, lange dünne Eisenstange, unten mit runder flacher Mulde, oben mit Oehr, zum Ausbringen des Bohrmehls und Einbringen von Trockenstoffen;

1 Räumnadel, aus Rotkupfer oder Legierungen (nicht von Eisen, um keine Funken zu schlagen), dünn, 0,7 m oder mehr lang, oben in einen Ring gekrümmt, unten zugespitzt, um beim Laden den Zündkanal offen zu halten;

1 Ladstock aus Weicheisen oder Bronce (auch aus Hartholz), mit einer Längsrinne, zum „Besetzen" der Bohrlöcher nach dem Laden;

22) Für die Fälle, wo Felsen größere Bausteine (Quader, Platten) liefern sollen, müssen die anderen Zerlegungsverfahren Platz greifen.

23) Entweder führt ein Mann den Bohrer und zwei Mann schlagen oder für tiefe Bohrlöcher heben ein oder zwei Mann den (schwereren) Bohrer und stoßen wuchtig nieder.

2 gutverstählte Hebeisen und schwere Steinschlägel zum Aufräumen und Zertrümmern; mehrere Bohrscheiben (zum Verschließen der Bohrmündung) und ein Bohrtrog (zum Nachbohren).

Die Sprengmittel. Bis in die Gegenwart herein war das „Schwarzpulver“ fast ausschließlicher Sprengstoff. Die dazu bereitete Sorte, das Sprengpulver, hat den geringsten Salpetergehalt[24]), dagegen Schwefelüberschuß, welcher die Gasentwickelungen vermehren und beschleunigen soll und es deswegen für Schußwaffen untauglich macht. Die in Bruchteilen einer Sekunde entwickelten kohlensauren und Stick-Gase sollen im engen Raum des Bohrlochs eine jähe Spannkraft erlangen und durch den Druck und Stoß die Kohäsion des Gesteins überwinden. Das Korn guten Pulvers soll gleichmäßig hart, staubfrei und völlig trocken sein. Das rauhe splittrige ist weniger haltbar, wegen des Stäubens gefährlich, das polierte teurer und zum Sprengen zu langsam. Feinkörnigem wird auf gleiche Raumeinheit mehr Gewicht und stärkere Wirkung nachgerühmt, aber der Arbeiter sieht auf den billigeren Preis des Sprengpulvers, obgleich es tiefere Bohrung und mehr „Besatz“ verlangt.

Feuchtigkeit mindert die Entzündlichkeit und bewirkt ein Auswittern des Salpeters (verdirbt das Pulver) — weswegen trockene Aufbewahrung so wichtig ist.

Mängel des Schwarzpulvers sind die Güte-Schwankungen aus der Ungleichheit der Rohstoffe, die Gefährlichkeit von der Herstellung an bis zum Gebrauch, die Güteabnahme durch Alter und Feuchtigkeit, sein schwacher Effekt, die schwierige und unsichere Verwendung im Nassen u. a. Die Bemühungen um Beschaffung von Ersatzmitteln erregten daher jeweils große Aufmerksamkeit.

Unter den Angeboten neuer Erfindungen haben sich die explosiven Nitrilverbindungen fast allein behauptet und hat das Nitroglyzerin sich am wirksamsten gezeigt[25]), ein höchst entzündliches Oel („Sprengöl“), welches sich aus der Behandlung von Glyzerin mit einem Gemisch von konzentrierter Salpetersäure und Schwefelsäure ergibt, in diesem flüssigen Zustande aber zu gefährlich ist. Alfred Nobel kam durch einen Zufall auf das Verfahren, mit dem Stoff eine aus mineralischen Algenresten bestehende Kieselerde (mit kieseligen Zellen) zu tränken und aus dem mechanischen Gemenge das jetzt durch seinen vielfachen Mißbrauch übelberüchtigte Dynamit (aus 25 % Erde und 75 % Nitrogl.) herzustellen. Obgleich auch nicht chemisch beständig und erfahrungsmäßig frisch von größter Kraft, haben es dennoch mehrere gute Eigenschaften in allgemeine Verwendung gebracht[26]). Dynamit stellt sich als rötliche, feinkörnige, fettige Masse von 1,6 spez. Gew. dar und wird in Patronenhülsen von Pergamentpapier in Größe von 15 gr aufwärts verwendet.

Als Vorteile werden gerühmt die einfache rasche Herstellung und die Gleichmäßigkeit der Fabrikate, die geringe Empfindlichkeit unterwegs, das gefahrlose Abbrennen bei der Entzündung an freier Luft, sowie große jäh wirkende Sprengkraft, welche die Bohrarbeit sparen läßt, die Entbehrlichkeit festen Besatzes im Bohrloch und die Verwendbarkeit im Nassen.

Die Zündung muß jedoch durch Detonation eines anderen Explosivstoffs erfolgen, wofür A. Nobel Knallpräparate anfertigen ließ.

---

24) Jagd- und Kriegspulver nämlich meistens 75 % zu je 10—15 % Kohle und Schwefel, Sprengpulver 63—65 % zu je 15—20 % Kohle und Schwefel. Aber auch in der Bereitungsweise bestehen große Unterschiede.

25) Jedoch werden neuerdings zusammengesetzte Sprengmittel angeboten, welche es noch namhaft übertreffen sollen, z. B. das Pulver des englischen Bergingenieurs Brain (dessen 60 % feste Stoffe 40 % Trinitroglyzerin aufsaugen), um 25—30 %. Siehe „Der Berggeist“ v. 1875 S. 339.

26) Von den Präparaten von A. Nobel u. Komp. in Hamburg wird Dynamit Nro. 3 am meisten zum Felsensprengen empfohlen. Es enthält 35 % Nitrogl. in einer Mengung von Kieselguhr und mit Salpeter imprägniertem Holzmehl, entzündet sich bei 180° und erstarrt bei + 8°.

Die Sprengungen sollen das Gestein nur zertrümmern (nicht werfen), so daß es leichter wegzuräumen und am Ort der Sprengung benutzbar ist. Die Schußanlagen haben sich nach der Form, Größe, Schichtung und Derbheit oder Klüftung der Felsen, dem Spreng- und Zündmittel, der Zahl und Tiefe der Bohrungen zu richten. Die Bohrung muß anstreben, freies Gestein von der Mitte aus zu lockern, von verspannten großen Massen die oberen (Außen)-Teile an einer Kluft (Schicht, Abgang) seitwärts abzuwerfen und dadurch weiteres Gestein freizustellen — klüftiges Gestein mehr in kleinen Schußanlagen, ganzes (derbes) in tieferen mit größeren Ladungen. Die Tiefe und Ladung der Bohrlöcher und ihr Abstand von den Gesteinsrändern muß der Masse und Festigkeit des zu lösenden Gesteins, der sog. „Vorgabe" entsprechen.

Nach Gewinnung einer ebenen Fläche mit Schlägel und Eisen wird der Anbohrer winkelrecht oder etwas stumpf angesetzt und mit leichten Fäustelschlägen die Führung angebahnt. Vor jedem Schlage den Bohrer drehend verstärkt oder schwächt man die folgenden Schläge nach dem Gefühl der Hand, hebt das lästig werdende Bohrmehl zeitweise mit dem Räumlöffel aus, feuchtet im Bohrloch nach[27]), läßt dem stumpfgewordenen Bohrer einen frischen oder den Mittelbohrer folgen, zur rascheren Förderung der zuerst einmännigen die zwei- oder dreimännige Arbeit, bis die gewünschte Tiefe erreicht ist. Erfolgt die Ladung später, so erhält das völlig geräumte Bohrloch schützenden Verschluß. Größere Sprengungen, welche viele Bohrungen verlangen, gewinnen oft an Zeit und Wirkung durch gleichzeitiges Abthun mehrerer Schüsse — bei örtlicher Erfahrung, Kenntnis des Gesteins und guter Kombinationsgabe in Bezug auf die Abstände, Zahl und Tiefe der Bohrungen, Größe der Ladungen. Gleichzeitigkeit der Zündungen ist dann durchaus geboten und wird auf elektrischem Wege am sichersten erreicht. Bei Sprengpulver (Korn bis 6 mm) erfordern 100 gr 100 bis 130 cbcm Ladraum, also

für eine Bohrweite von	2,5	3,0	3,5	4,0 cm
eine Höhe der Pulverkammer in cm von	20—26	14—17	10—12	8—9

Es erfordern demnach

Ladungen von	eine Bohrweite	Bohrtiefe
50 bis 100 gr	von 2,5 cm	bis 0,6 m
200 „ 800 „	„ 3,0—3,5 „	„ 1,0 „
1000 „ 1500 „	„ 3,5—3,8 „	„ 1,5 „

Die Besatzhöhe muß dabei der Ladhöhe mindestens gleichkommen.

Bezüglich der „Vorgabe" wird als Norm angenommen: bis zu 1 m Vorgabe 2,8 cm
von 1,2 bis 1,8 m Vorgabe 4,0 cm
„ 2,0 „ 2,5 „ „ 5,25 „

Weite der Bohrlöcher, wozu Bohrer von 2,45—3,7—4,9 cm Kronenbreite nötig sind.

Die neueren Sprengmittel erfordern geringere Bohrweiten und -Tiefen, weil sie stärker wirken, kleinere Ladungen und Besatzhöhen nötig sind.

Das Laden geschieht am besten kurz vor dem Schießen und dieses in den Ruhestunden, um die übrigen Arbeiten nicht zu unterbrechen und niemand zu gefährden. Pulver wird in schußfertigen Patronen in die Pulverkammer (Sack) des Bohrlochs geschoben, nachdem die Zündschnur (eine etwa 5 mm dicke harzüberzogene Röhre aus Hanfgespinnst, deren Höhlung einen Pulversatz enthält) hakenförmig mitten in die offene Patrone gesteckt und in deren geschlossene Hülse fest eingebunden ist. Hat man den Schießpropfen (aus Filz, Werg oder dergl.) mit dem Ladstock aufgesetzt, so wird der Besatz (Ziegelmehl, Lehmpulver) eingefüllt und erst leicht, dann fester mit Ladstock und Schlegel eingestampft.

27) Naßbohren schlägt den Staub nieder, kühlt den Bohrer, mindert seine Abnutzung, erleichtert die Arbeit, verrät etwaige Klüftungen, mutet jedoch bei Pulversprengung sorgliche Trocknung der fertigen Bohrlöcher zu.

Dynamit wird in Patronen von geringerer Dicke als die Bohrweite bis zur Sohle geschoben und so eingepreßt, daß die weiche Masse den Raum ganz füllt. Muß eine zweite folgen, so wird sie ungeöffnet satt aufgesetzt. Die oberste nimmt, nach Entfalten der Hülle, die Zündschnur auf, an deren Ende die 2—3 cm lange Zündkapsel mit einer Zange angepreßt ist, worauf die Hülle mit Bindfaden verschnürt wird. Ist diese „Zündpatrone" vorsichtig auf die Ladung geschoben, so wird ein loser Besatz z. B. Sand aufgeschüttet oder weicher Lehm eingestrichen. Im Nassen müssen die Patronen durch Einfetten wasserdicht gemacht sein.

Dynamit gewährt, bei richtiger Zündung, trotz kürzerer Bohrung und leichtem Besatz, rascheste Entwicklung und mehr strahlenförmige Wirkung der Gase bis unter die Sohle des Bohrlochs, erlaubt kleinere Bohrweite, größere Vorgabe, wird weniger als das Pulver durch weichere Schichten oder kleine Risse in der Wirkung geschwächt und leistet unter Wasser, bei sofortiger Zündung, Gleiches wie im Trockenen. Es erstarrt jedoch schon bei + 8° C und muß dann erwärmt werden[27a]).

Das Abthun der Schüsse muß zur Sicherheit der Arbeiter wie des Erfolgs nach bestimmten Regeln behandelt werden. Man stellt Wachen, gibt Signale und nimmt Deckung, um außer Schußbereich zu kommen. Gute Schußanlage und richtige Zündung versagen selten die Wirkung. Geht ein Schuß nicht los, so muß (nach 10—15 Min.) vorsichtige Nachschau die Ursache erforschen und entweder die Zündung erneut oder ein fehlerhafter Pulverschuß naß ausgebohrt werden[28]).

Die Ursachen des Versagens können am Sprengstoff, Gestein, Bohrloch oder an der Zündvorrichtung liegen. Ein losgegangener Schuß aber kann doch die gehegten Erwartungen täuschen z. B. den Besatz herausjagen oder nur geringe Stücke losreißen. Scharfer lauter Knall ist stets ein böses Zeichen. Hat er schwachen und gedämpften Laut, dringt bläulicher Dampf aus Spalten und Ritzen, sind wenige Sprengstücke kurz aufgeflogen, so eilen die Arbeiter freudig heran und greifen mit Eifer und Lust zu Hebeisen und Schlägel, um aufzuräumen und neue Angriffspunkte zu suchen.

Von der Litteratur über das Sprengwesen sei hier aufgeführt: J. Trauzl, Explosive Nitrilverbindungen, insbes. Dynamit u. Schießwolle ꝛc. 2. Aufl. Wien 1870. — Derselbe, Die Dynamite, ihre Eigenschaften u. Gebrauchsweise ꝛc. Berlin 1876. — J. Lauer, Weißes Dynamit u. Rhexit. Wien 1875. — Mahler u. Eschenbacher, Die Sprengtechnik im Dienste der Civiltechnik. Freiberg 1882.

§. 26. Die Erd- und Steinmassen der Abgrabungen und Sprengungen sucht man zuvor in die nächsten Auftragsflächen zu verbauen, Ueberschüsse sind jedoch streckenweise unvermeidlich und müssen möglichst bergab auf die Bedarfsorte verteilt werden. Wo die Entfernung zum wiederholten Wurf auf der Schaufel (2,3 Wechsel) oder zum Verschleifen mit der Breithaue, dem Erdrechen oder der Erdkrücke zu groß ist, die Anwendung von Tragbahren, Körben oder dergl. aber nicht genügend fördert, muß zum 1rädrigen Schiebkarren, 2rädrigen Hand- oder Spannkarren oder zum 4rädrigen Fuhrwerk mit leichtem geschlossenem Oberwagen zum Erdführen oder mit starker Pritsche für Steinfuhren gegriffen werden.

Der Schiebkarren, von einem Mann geschoben, bergauf von einem zweiten gezogen, erlaubt Einzelarbeit im Laden und Führen, ist auf nachgiebiger schmalster Bahn und bei wechselndem Gefäll noch zu brauchen, taugt jedoch nur für Strecken bis zu 50 Schritten. Er faßt 0,05 cbm.

Den Handkarren verwenden die Gedingarbeiter zu 2—3 Mann ziehend und schie-

---

27a) Nicht am Feuer, sondern in warmen Tüchern oder besser in Blechkästchen mit Doppelwänden, in welche durch eine verschließbare Spundröhre bis zu 30° erwärmtes Wasser eingefüllt wird.

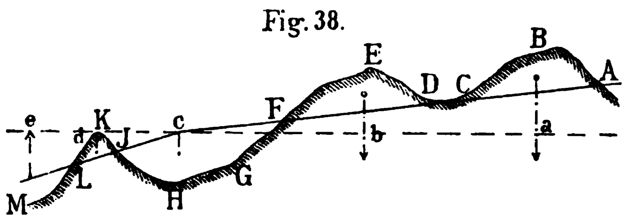
28) Die Zündschnur muß aus dem Bohrloch noch 20–30 cm hervorragen; direkt oder durch ein Stück Zunder oder Schwefelfaden entzündet, muß sie dem Luntenführer Zeit zur Deckungnahme lassen. Zum Abbrennen der Zündschnüre rechnet man so viele Sekunden, als sie cm Länge haben.

bend gerne bis zu 200' Schritten auf wenig geneigter festerer oder Laufbahn (auf Dielen); sie nützen dabei ihre Kräfte vollkommen aus, indem sie die von Anderen gelöste Erde mit deren Hilfe laden — 1 Ladung = 0,24 bis 0,33 cbm — also ohne zu rasten. Seine Beschaffung ist jedoch teurer, er und die nötige Bahn nicht überall vorhanden.

Für größere Massenbewegung und Entfernungen leisten die Spannfuhrwerke viel mehr, obgleich die Tiere nur Zugkraft sind. Der Spannkarren mit 0,4—0,5 cbm Ladfähigkeit geht leichter über unebenen Boden und wendet leichter, verlangt jedoch 1 Lenker zu jedem Pferd; der 4rädrige Wagen führt 0,75 bis 0,90 cbm, ist ungelenker, erlaubt aber auch Küh- und Ochsengespanne. Voraussetzung ist für beides, daß die Erdarbeiter während der Fahrt genügende Massen lösen und einen zurückgelassenen zweiten Wagen laden.

Zur Bemessung des Aufwands und zu zeitiger Vorkehrung für geeignete und genug Fördermittel muß, wo größere Massen zu fördern sind, die Förderweite ermittelt werden d. h. der wagrechte Abstand zwischen den Schwerpunkten des Abtragskörpers und der Auftragsmasse, welche man aus den Profilzeichnungen ableitet oder gutächtlich bestimmt [29]). Sind Ueberschüsse mehrerer Strecken auf mehrere Baustellen zu verteilen, so muß die mittlere Entfernung berechnet werden. Bei einfacher Sachlage kann man so (siehe Fig. 38) verfahren:

Fig. 38.



Die Abtragsmassen $ABC = M_I$, $= DEF = M_{II} \ldots$ werden mit dem Bedarf in $FGHJ = B_I$ verglichen, worauf die Differenz $M_I + M_{II} + \ldots - B_I = \triangle m$ dem zweiten Bedarfsorte $LM \ldots = B_{II}$ zugewiesen wird, ebendahin auch $JKL = M_{III}$. Dabei ergeben sich die Förderstrecken

$$ac = d_1 \text{ für } M_I, \quad bc = d_2 \text{ für } M_{II} - \triangle m,$$
$$be = d_3 \text{ für } \triangle m \text{ u. } de = d_4 \text{ für } M_{III}$$

woraus mittlere Förderweite

$$D = \frac{M_I . d_1 + (M_{II} - \triangle m) d_2 + \triangle m . d_3 + \ldots}{M_I + M_{II} + \ldots}$$

d. h. D ergibt sich aus der Division der ganzen Abtragsmasse in die Produkte der Abtragsstücke und ihrer Entfernungen von ihren Abladestellen.

Für größere Wegbauten ermittelt man die annähernde Ausgleichung zwischen den Abtragsüberschüssen und den Abladeorten und die daraus sich ergebenden Förderweiten am besten durch ein graphisches Verfahren, deren zwei am häufigsten im Gebrauch sind

a. eine Abwägung zwischen den auf eine Abszissen-Achse (=Weglänge) als positive (+) und negative (−) Ordinaten nach oben und unten aufgetragenen Ab- und Auftrags-Querflächen,

b. eine Abwägung zwischen den zuvor berechneten Ab- und Auftragsmassen der Einzelstrecken durch Auftragung der algebraischen Summen der Abgleichsmassen (Diff. des Ab- und Auftrags) als Ordinaten auf eine Abszissen-Achse (Weglänge) und Herstellung des sog. Abgleichungszuges durch Verbindung der Ordinaten-Endpunkte.

Ein drittes Verfahren ergäbe sich aus dem Eintrag aller endgiltigen Abtrags- in

29) Die Unregelmäßigkeit und ungleiche Dichtheit der Erdkörper lassen eine genaue Feststellung nicht zu; der Zweck bedingt sie auch nicht.

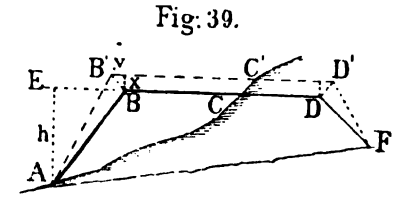
die Auftrags-Querflächen und der Zuweisung der +Differenzeu von oben nach unten in die nächsten ÷Differenzen, unter Weglassung geringfügiger Beträge.

Soweit schließlich die Abgleichung einen Abtrags-Ueberschuß oder Mangel beläßt, ist entweder eine Ablagerungsstelle oder ein Bezugsort noch zu ermitteln [30]).

Näheres siehe in Henz, Anleitung zum Erdbau, 3. Aufl. S. 62 u. ff. [31]) und für den Waldwegbau in Schuberg a. a. O. S. 357 u. ff.

§ 27. Um durch die Aufschüttungen die Bauzwecke zu erreichen, müssen die Erdmassen gleichmäßig aufgeschichtet, verteilt, abgeglichen, ihre gröberen Teile nach unten und innen gebracht, von Pflanzenteilen befreit, die feineren und humosen Teile zur Deckung der Böschungswände verwendet werden. Sehr lockerer Boden ist längs den Böschungen durch Befeuchten, Feststampfen, Vermischung mit bindigerer Bodenart zu befestigen, bis Samen und Wurzeln eine Begrünung bewirken. Ein Setzen (Sacken) tritt dennoch ein, weniger bei Sandboden, mehr bei thonigen, kalkigen, sehr humosen oder steinigen Böden. Die Art der Gewinnung und Anschüttung, die Beschaffenheit des Untergrunds, die Dauer der Bauzeit und die Witterung während derselben beeinflussen den Grad des Setzens. Es ist daher ratsam, den Aufbau je nach der Erdart um so viele Proz. der Höhe über die Lattenprofile wie S. 320 angegeben, zu erhöhen und über die Wegkrone zu verbreitern, daß (Fig. 39) die Wegkrone des Auftrags BC (oder des Dammes BD) um x (= 0,op . h) höher und um y (= 0,op′. h) bezw. um 2y breiter hergestellt wird, um ihr das Normalprofil ABC... zu sichern.

Fig. 39.



Die Erdböschungen sind nach den geraden oder Kurven-Linien des Wegzugs als flache oder gekrümmte Wände mit gestrecktem Profil, wenn aber über 3 m hoch, mit 0,3 bis 0,6 m breiten Absätzen (Bermen) auszubauen, letztere beiläufig wagrecht.

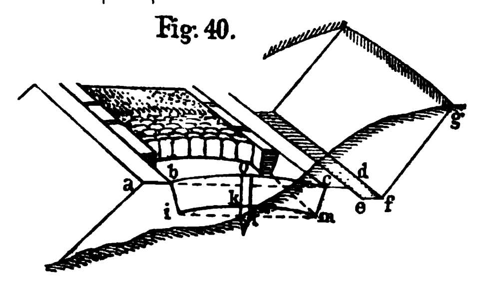
Die Wegkrone wird in flacher Wölbung angelegt, mit Erhöhung der Mitte, damit alle Niederschläge nach beiden Rändern abziehen können.

Der Vorschlag, eine Wegebene mit schwacher Neigung gegen die Thalseite anzulegen und die vom oberen Böschungsrande kommenden Niederschläge quer über die Wegkrone abziehen zu lassen, entspringt ganz irriger Anschauung, denn die Gebirgswege haben Gefälle, fangen das Wasser mit ihren unvermeidlichen Geleisen auf und werden dadurch bei heftigem Regen überflutet und verschlammt oder ausgewaschen.

Bei Erdwegen wird sogleich die endgiltige Bahnwölbung hergestellt, deren Mitte um $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{12}$ der Kronenbreite (b) höher als die Ränder sein soll.

Schotterbahnen aus weichem Gestein erhalten eine Wölbungshöhe von $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{30}$ b, vollausgebaute Steinbahnen von $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{40}$ b (z. B. wenn b = 4,5 m, Wölbhöhe 18, 15, 11 cm). Das Wölbungsprofil hat jedoch am besten die Form flacher Mittenwölbung mit beiderseitiger Abdachung. Man erreicht dies am besten, wenn bei dem Erdbau schon (Fig. 40) die Abwölbung der Fahrbahn abcd

Fig. 40.



30) Durch die vertikalen oder seitlichen Verschiebungen der Zugslinie kann oft eine völlige Ausgleichung von Ab- und Auftrag innerhalb kurzer Strecken erreicht und der Ansatz besonderer Förderungskosten durch etwas höhere Veranschlagung der Erdarbeiten ersetzt werden.

31) Die hier geschilderte (oben unter b. erwähnte) Methode wurde zuerst von dem bayr. Ingenieur Bruckner dargestellt und ist seit lange in Bayern in Anwendung. Ed. Heyer behandelte dieselbe näher in A. F. u. J.Z. Suppl. H. 2. S. 104.

vorbereitet wird, indem man dem zwischen bi und cm offen gelassenen Raum des „Steinbetts" die gewölbte Grundfläche ikm gibt, was durch Abpfählung und Ausspannen von Schnüren in der Länge und Quere leicht zu erreichen ist. Zugleich hiemit wird die beiderseitige Einfassung („Fußbank") abi und mcde hergestellt, dagegen Graben und Böschungswand (Profil defg) erst nach der Versteinung der Bahn vollendet.

§ 28. Wasserableitung. Schon während der Erdbauten drängt sich oft die weitere Aufgabe heran, nasse Bodenstellen zu entwässern, versteckten Quellen dauernden Ablauf zu schaffen und die sonstigen Wasserzuflüsse aus dem Baubereich durch vorläufige oder ständige Anlagen abzuwehren und weiterzuleiten. Das Wasser kann durch Aufweichen und Abspülen der Erdmassen, durch Ueberflutung oder Unterwühlen der Bauten, als Eis durch Lossprengen und Zerbröckeln, durch Verstopfen von Kanälen schaden. Zur Ableitung dienen Sickerkanäle, offene Gräben und trichterförmige Versenkungen, zur Abwendung Dämme, zum Auffangen künstliche Behälter, Wehre.

Geringen Wassermengen muß durch Schaffung von Gefäll oder dessen Vermehrung Abzug verschafft; für größeren Zudrang muß das Gefälle geregelt, ein genügendes Ablaufprofil gegeben und die Bauanlage befestigt werden; Sammel- und Ablauf-Vorrichtungen müssen der Größe der Sammelfläche entsprechen.

Genügen in der Ebene Einfassungsgräben in Verbindung mit trichterförmigen Senklöchern nicht, welche letztere das Wasser in tiefere Sand- oder Kiesschichten abführen, so müssen die Grabenanlagen vertieft und verbreitert und muß der Weg mit dem Aushub dammartig erhöht werden.

Neue Kanäle im Hügel- und Bergland dürfen weder dem Nachbargelände das Wasser entziehen noch im Uebermaß an beliebigen Punkten zuwenden. Bisher bestandene Wasserläufe dürfen geregelt, aber nicht willkürlich verlegt werden. Unvermeidliche Ansammlungen müssen durch starke Eindämmungen gehalten, dürfen nur langsam und in unschädlichen Richtungen entleert werden.

Versteckten Zuflüssen muß nach dem Trockenlegen (Ausschöpfen, Auspumpen) der sog. Naßgallen durch Entgegengraben nachgeforscht werden. Oberhalb der Wege lassen sich lästige Zuflüsse durch Gräben, wie abc in Fig. 41, auffangen, welche man offen oder als Sickerkanäle hinter der Abtragsböschung parallel hinziehen läßt und in Abständen durch Einschnitte (oder Gräben) wie bd in den Straßengraben oder durch einen weiteren Sickerkanal oder Durchlaß de unter dem Wege durchführt, überall mit ausreichender Steinschüttung und Bodenbefestigung.

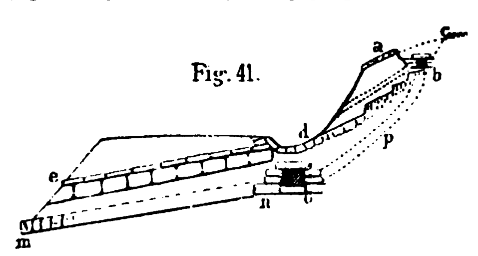


Fig. 41.

Bei jeder größeren derartigen Bauanlage belehrt eine genaue Geländeaufnahme in kreuzender und Längsrichtung über die erfolgreichsten Maßnahmen.

Ueberquert eine dammartige Weglinie ein Thal, welches zeitweise große Wassermengen führt, so nieder über der Thalsohle, daß eine Brücke vom Wasser erreicht würde, so muß in der Thalmitte die Wegkrone bis auf die Thalsohle gesenkt und durch starke Pflasterung ein sog. „Ueberfall" gebildet werden, über welchen die Gewässer ohne Rückstauung ablaufen können.

§ 29. Herstellung der Fahrbahnen. Zu ständigem Gebrauch für gewöhnliches Spannfuhrwerk muß die Fahrbahn eines Weges jene gleichmäßige Festigkeit haben, welche dem Fuhrwerk eine rasche leichte Fortbewegung mit geringster Reibung, ohne Stöße, mit voller Ausnützung der Zugkraft gewährt, der Aufweichung und Geleis-

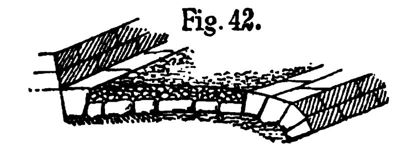
bildung widersteht und lange Haltbarkeit verspricht. Dies ist nur durch Herstellung als Steinbahn erreichbar, welche zu bestehen pflegt

a. aus Rand- oder Bordsteinen,

b. dem Grundbau oder Gestück,

c. der Schotterdecke oder dem Beschläge.

Längs der Fußbänke (bi und cm, Fig. 40) stellt man dazu hergerichtete 20—40 cm lange, 15—20 cm breite und halb so dicke Bruchsteine nach dem Gefäll, der Höhe und Breite der Fahrbahn nahezu senkrecht auf, sie mit kleineren Steinen befestigend, so daß sie beiderseits die Fahrbahn einrahmen. Noch größere Festigkeit wird erzielt, wenn (wie in Fig. 42) die Randsteine auf der Bergseite dicht an die innere Steinböschung gerückt zugleich die Wasserrinne bilden, auf der Thalseite dagegen ein festes Steingefüge das Banket einnimmt.


Fig. 42.

Dazwischen werden sodann, zur Herstellung des Gestücks, quer zur Straßenachse 10 bis 20 cm dicke Steine aufrecht oder gegen das Gefälle in Reihen gestellt, die Fugen wechselnd, mit der Spitze oder Kante nach oben. Durch gespannte Schnüre oder Auflegen des Richtscheits und einer hölzernen Weglehre (Lehrbrett) wird ihr Einlegen nach dem Gefälle (aufwärts ihm entgegen) und nach der Bahnwölbung geregelt. Ungleichheiten werden durch Abschlagen vorragender Stücke, Nachfüllen von Lücken und Verkeilen ausgeglichen, um volle Festigkeit gegen den schiebenden Druck der Fuhrwerke herzustellen. Ein Ueberführen mit einer dünnen Kies-, Erd- oder Sandschichte ergänzt diese Anlage, bevor die Beschotterung folgt. Eine Schichtstärke des Gestücks von 15—20 cm genügt bei gutem Untergrund und Gestein und für schwächeren Verkehr, bis zu 30, selbst 35 cm geht man bei Hauptwegen, weicherem und reichlich verfügbarem Gestein.

Auf diesen Grundbau wird die Schotterdecke (Decklage, Dolle) als oberste 7 bis 10 cm hohe Schichte aufgeschüttet, nachdem der Bedarf auf den Schotterplätzen mit kleinen (hammerartigen) Steinschlägeln dazu hergerichtet und wo nötig mittelst Wurfgitters von den Abfällen und erdigen Teilen befreit ist. Die Schichtenhöhe von Gestück und Schotter soll sich durchschnittlich wie 2 bis 3 zu 1 verhalten; Ergänzung kann und muß bei letzterem weiterhin nach Bedarf nachfolgen. Die Schottersteine sollen rein, gleichgroß, körnig oder würfelförmig sein und bei hartem Gestein 3—4 cm, bei weicherem höchstens 6 cm Würfelkante haben. Beim Einlegen breitet man sogleich den Schotter gemäß der Bahnwölbung aus, mit etwas höherer Aufschichtung in der Bahnmitte.

Zum Gestück und Schotter sind feste, harte dauerhafte Gesteinsarten zu verwenden. Jedoch ist die Beschaffung oft schwierig und teuer. Dann können für ersteres auch Steine von geringerer Güte noch Verwendung finden, während aus weichem, verwitterndem und bindemittelarmem Schotter niemals eine glatte feste und geschlossene Fahrbahn sich bilden kann. Als vorzüglichste Gesteine haben sich die Porphyre, Klingsteine, Dolerite und Basalte, die Grauwacke, die sog. Urgebirgsgesteine, als ausreichend gut Dolomite, die meisten Kalksteine und die härteren Thonschiefer, als ungeeignet zur Herstellung fester Bahnen die Sandsteine erwiesen, welche selbst zum Gestück nur zulässig sind, wenn sie der Verwitterung widerstehen und einige Härte besitzen. Auch feste Schlacken sind zum Grundbau verwendbar. Die Güte von Bach- und Grubenkies richtet sich nach dem Ursprungsgestein. Ein Gestück aus weicheren Gesteinen bedarf immer der Eindeckung mit einer bindigen Erdschichte und einer verstärkten Ueberschotterung [32]).

32) Ueber abweichende Formen der Bahnherstellung siehe A. F. u. J.Z. v. 1878 Maiheft u. 1880 Novbr.H.

Nach dem Einlegen des Schotters wird die Rauhheit der Oberfläche gemindert und der Zusammenhalt verbessert durch ein leichtes Ueberdecken mit lockerer Erde, eine sofortige Fahrbarkeit mit voller Ladung jedoch erst durch künstliche Befestigung und Verdichtung der Bahn mit der Straßenwalze erreicht. Alle sonstigen Mittel stehen weit zurück[33]).

Man beginnt das Anwalzen mit der leeren oder zu ⅓ gefüllten Walze in ruhigem stetigem Schritt der Zugtiere und wiederholt es mit voller Walze, bergauf wo nötig mit Vorspann, damit die Tiere die Gangart nicht ändern müssen.

Jeder Neubau heischt in den ersten Jahren fleißige Nachhilfe, besonders im Frühjahr.

§ 30. Waldwege für ständigen Verkehr müssen ausgebaute volle Steinbahn haben. Für aussetzenden Gebrauch bedarf es jedoch zahlreicher Verbindungswege, deren Herstellung billiger sein muß. Ersparnisse lassen sich an ihnen je nach örtlichen Verhältnissen und verfügbaren Baustoffen in verschiedener Weise erzielen:

A. Beschränkte Steinbahnen.

1. Auf festen (oder gedichteten) Untergrund wird grober Schotter aufgeschüttet und nach dessen Uebererdung eine feinere Schotterdecke (oder Kies) aufgelegt;

2. der Steinbau wird nur in zwei getrennten Streifen von solchem Abstand und solcher Breite durchgeführt, wie die üblichen Fuhrwerke nach ihrer Spurweite laufen (Verfahren von Goltz in Luxemburg)[34]);

3. die Bahn wird durch Kiesaufschüttnng hergestellt, die durch ein Wurfgitter oder ein starkes Drahtsieb geschiedene gröbere Sorte als Unterlage, die feinere als Bahndecke.

B. Erd- und Holzbahnen.

4. Einfache Erdbahnen können durch entsprechende Wölbung und Unterhaltung (Wasserableitung, Einziehung der Geleise, Ueberführung mit grobem Sand, Kies, Gesteinsgrus) bei trockener Witterung, Frost oder Schneebahn, als Zufahrtswege örtlich ausreichen, wenn die Abfuhr sich auf gewisse Jahreszeiten beschränkt.

5. Trockener Sand- und Heideboden kann durch Verebnung, Ueberführen mit bindiger Erde, Einlegen von Flechtwerk, Heide- und Torfplaggen, das ausstreichende Wurzelwerk dicht am Rande gepflanzter Kiefern u. s. w. als tragbare Bahn für leichtere Holzfuhren hergestellt werden.

6. Au- und Moorböden werden zur Erschließung

a) wenn flachgründig, bis auf festen Untergrund in voller Wegbreite ausgehoben und durch eine Dammaufschüttung aus mineralischem Boden ersetzt, mit grober Ueberkiesung der Dammkrone, Befestigung der Böschungen mit Rasen oder Pfahl- und Flechtwerk (Berauwehrung);

b) wenn zu tief, mit einem Holzbau überdeckt, welcher die tragfähige Unterlage einer Dammaufschüttung zu bilden hat. Dieser Holzbau kann von dreierlei Art sein, nämlich ein Gerüstwerk aus aufrecht in den Boden versenkten Pfahlhölzern, welche in der Wegrichtung verlaufende Streckbäume und über ihnen einen aufgenagelten Beleg von Bohlen oder Stangen tragen — oder (bei geringerer Zumuthung an die Tragfähigkeit) eine auf Längshölzern befestigte Knüppelbrücke, deren Querstücke auf beiden Rändern durch längslaufende, aufgenagelte Beleghölzer gehalten werden — endlich ein dichter Bodenbeleg (Buhnenwerk) aus Faschinengebunden, welche quer über die Wegrichtung, die dünnen

33) Die Anschaffungskosten für eine eiserne Straßenwalze mit Anspann-Vorrichtung, von der für Waldwege noch genügenden Größe und Konstruktion, betragen 1200—1300 M. und tragen sich durch die Ersparnisse an den Kosten der Wegpflege reichlich aus, da ein Stück für mehrere Forstbezirke genügt.

34) Siehe Krit. Bl. v. Nördlinger, 1867, I. B. S. 256.

Enden gegen innen, dicht verlegt und durch Pfähle und Flechtruten in 2 oder mehr Schichten an den Boden befestigt werden. Auf jede dieser Holzunterlagen wird der Erddamm mit flacher Böschung aufgeschüttet und bezüglich seiner Böschungen und Krone wie sub a behandelt.

Wo die Förderung und Abfuhr des Holzes nicht durch Spannfuhrwerk erfolgen kann oder soll, werden die „Fahrwege“, deren Anlage bis hieher dargestellt wurde, durch Bauten anderer Art ersetzt. Die Gestaltung dieser Bahnen, welche zum Schleifen, Riesen, Schlitten dienen oder Schienenwege sind, seien weiter unten behandelt [35]).

C. Die Befestigung der Seitenflächen.

§ 31. Zur Erhaltung eines Wegs und zu seinem ungefährdeten Gebrauch müssen die Seitenwände, welche durch Anschnitt eines Hanges oder eine Anschüttung entstehen entweder in einem Böschungswinkel, welcher ihnen das natürliche Gleichgewicht verleiht angelegt oder künstlich befestigt werden.

Wenn das Böschungsverhältnis die Grenze des Gleichgewichts erreicht, so genügt es, als Vorkehr gegen Auswaschung und Abrutschung [36]), je nach der Art des Bodens und der drohenden Angriffe,

1) die Böschungen durch eine Ansaat mit Gras oder sonstigen niederen Gewächsen zu begrünen oder

2) streifenweise (wagrecht oder diagonal), schachbrettförmig oder ganz mit Rasen zu belegen, welcher mit kleinen Pflöcken festgenagelt wird, oder

3) die Böschungsflächen mit Pflanzen (bezw. Stecklingen oder Würzlingen) rasch wachsender Strauch- oder Holzarten zu besetzen, wozu sich Weißdorn, Hasel, Hartriegel u. dgl., Akazie, Weide, Hainbuche, Weißerle — Fichte und Tanne (auf bindigem frischem) und Kiefer (auf sandigem und trockenem Boden) eignen.

An Böschungen, welche das Wasser bespült, empfiehlt sich

4) die Berauhwehrung, d. h. das Einlegen von jungen, schlanken Weidenruten in den Böschungsfuß, Heraufbiegen über die Böschungsfläche und Befestigen mit wagrecht darüber gezogenen dünnen Weidengerten-Geflechten (Würste oder Wippen genannt), welche angepfählt werden, in Verbindung mit einer Anschüttnng groben Gesteins;

5) der Faschinenbau, bestehend aus dichtgereihten, wagrechten, in die Böschung hinein gerichteten Faschinenlagen [37]), deren jede durch quer darüber gezogene, angepfählte Flechtwieden niedergehalten werden und absatzweise nach innen gerückt sich folgen.

Die Berührung des Gehölzes (Weiden, Schwarz- oder Silberpappeln, Haseln 2c.) mit der auf- und hintergeschütteten Erde lockt beim Rauwehr- und Faschinenbau zahlreiche Ausschläge vor, welche zu einem dichten, bodenschützenden Geflechte verwachsen. Schweren Oberbau ertragen jedoch solche Holzbauten nicht.

Wo die Böschungen steiler als 45° oder sehr hoch werden, wo sie starkem Schub oder fließendem Wasser widerstehen müssen, ist

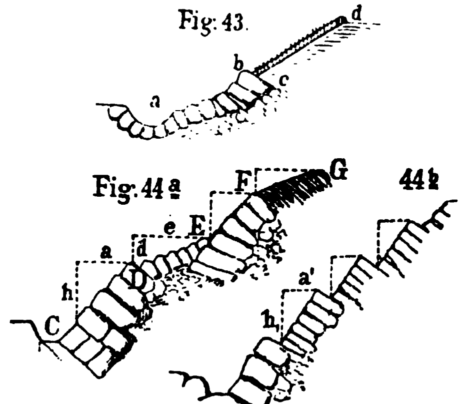
6) der Steinbau (Steinböschung) vorzuziehen. Die einfachste Befestigungsweise ist die Steinanschüttung in eingebogenem Profil ab, Fig. 43, hinter welcher die Erdböschung cd am besten etwas zurücksteht, während vor ihr eine Grabenrinne, ebenfalls mit Steinböschungen, das Gewässer fortleitet. Widerstandsfähiger ist die sorgfältige Fügung

35) Siehe den sechsten Teil § 37 bis 42.

36) Erdabrutschungen an den Aufträgen entstehen entweder durch die Beweglichkeit (mangelnden Zusammenhalt, Steilheit 2c.) der Anschüttung selbst, oder durch Lösung und Bewegung der Unterlage; in letzterem Fall ist diese selbst zuerst festzulegen, bezieh. zu entwässern oder zu ersetzen.

37) Unter „Faschine“ versteht man ein Gebund von Langreisig, in seiner natürlichen Länge 2- bis 3mal mit Wieden oder Draht festgebunden, mit 1 m Umfang.

großer Gesteinstücke mit nicht zu steilem Anzug (höchstens a : h = 1 : 2), die größte Länge der Stücke bergein gerichtet, die Zwischenräume mit kleineren Stücken verkeilt, in absatzweisem Aufbau, entweder (Fig. 44a) das größere Gestein in steilerer Böschung CD und EF, wechselnd mit dem kleineren Gestein in $1/1$ Böschung DE, FG oder (Fig. 44b) bei Mangel an grobem Gestein in gleichmäßigem Anzug, etwa a' : h' = 2 : 3, jedoch in Absätzen, welche auf je 1—1,5 m um 0,3 m einrücken — beides reichlich mit Gesteinstrümmern hinterfüllt, mit Sickerkanälen und Vorschüttungen für den Wasserablauf. Mit Hand- oder Stoßrammen werden die Steine befestigt, die Hinterfüllungen eingestampft.



§ 32. **Der Mauerbau.** Gegen den Schub lockerer beweglicher Erdkörper bietet der Aufbau einer Stirnfläche, deren Ausladung eine kleine bleiben muß (z. B. $1/4$ oder $1/5$ h), in gutgefügten Steinmassen: als **Mauerwerk** — den wirksamsten Schutz. Der Bau von „Stützmauern" bedingt reichlichen Vorrat tauglicher Steine, sachverständige Arbeitskräfte und für diese Steigerung des Bauaufwandes triftige Gründe. Eine steilere Böschung kann aber unvermeidlich werden

a) weil eine volle Erdböschung auf Gewässer, fremdes nicht erwerbbares Gelände, anstoßende Bauten, einen steilen Abhang oder dergl. träfe,

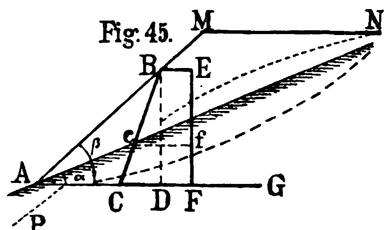
b) weil sie eine größere Erdmasse erforderte, deren Gewinnung, Anschüttung und (oder) Beifuhr die gleichen oder größere Kosten verursachen würde,

c) weil die Bodenbeschaffenheit zu Bedenken Anlaß gibt u. s. w.

Wann und wo der Mauerbau vorzuziehen sei, muß vergleichend erwogen oder veranschlagt werden.

Beispiel (Fig. 45). Sollte an dem Wegdamme AMN die Böschung AB durch das Mauerprofil BC verkleinert werden, so würde der Ersparniß an

a. Baufläche in der Breite AC
b. Aufschüttung im Querschnitt ABC



der Aufwand des Mauerbaues mit der Krone BE und der Mauerhöhe Ef = h gegenüberstehen. Wäre das Dammprofil AM im Winkel MAG = β über dem Geländewinkel NAG = α, die Mauer dagegen mit dem Anzugswinkel BCD = γ und der Höhe h anzulegen (Höhe EF = H) — wären ferner cot β = 1, cot α = 2 und cot γ = 0,2 (d. i. $1/5$ Anzug der Mauerlinie), so ergäbe sich am Dammquerschnitt, wenn H = 1 — 2 — 3 — 4 — 5 m, eine Einsparungsfläche ABc in qm zu 0,22 — 0,89 — 2,00 — 3,55 — 5,55 [38]). Also bei H = 5 m, Mauerhöhe h = 3 m und bei 0,7 m Dicke der Mauerkrone würden auf 1 m Mauerlänge 3 cbm Mauerwerk nötig, um 5,55 cbm Erdanschüttung zu sparen.

Sollte hier das Mauerwerk billiger werden, so dürfte 1 cbm nicht über 5 M. kosten, während die Erd-Gewinnung und Beifuhr über 2,5 M. p. cbm und der Ankauf der Baufläche (AC = 4 m) schon über 0,5 M. p. qm kosten müßte.

Günstiger für den Mauerbau (und sicherer für die Anlage) wäre aber ein Geländeprofil wie NcP, ausgesprochen günstig für den Erdbau das Profil ACfN (wegen des höheren massigeren Mauerwerks).

In der Regel vermittelt in dieser Frage eine sog. **halbe Futtermauer**, d. h. eine innerhalb halber Höhe von AM angelegte Mauer, deren Errichtung im Walde sich

38) Diese Zahlen stützen sich auf die für die drei cot α, β und γ entwickelte Gleichung (worin ABC — AcC = Δ)

$$\Delta = \tfrac{1}{2} H^2 \frac{(\beta - \gamma)(\alpha - \beta)}{\alpha - \gamma}.$$

als **Trockenmauer**, d. h. als Bau aus großen lagerhaften Steinen ohne Bindemittel noch günstiger stellt, als bei der **Speismauer**. Denn erstere erspart die Umstände und Kosten der Mörtelbereitung und Verwendung, ist in jeder Jahreszeit herzustellen, hemmt den Wasserablauf und die Abtrocknung nicht, leidet daher weniger durch Frost — nur bedingt sie mehr Anzug, mehr und gröbere Bausteine, 1¹/₆ bis 1¹/₃ der Speismauerstärke.

Jedes Mauerwerk muß dem Druck der Erdmasse, welche zwischen ihm und der natürlichen Abböschung der letzteren liegt, durch sein Gewicht und bindiges Gefüge so großen Widerstand entgegensetzen, daß seine Standfestigkeit auch noch ausreicht, wenn Wasser, Frost, Wurzeln oder Erschütterungen die verschiebende oder umstürzende Gewalt der Hinterfüllung verstärken. Aber die volle Sicherheit soll nicht durch übertriebene Mauerstärke zu teuer erkauft werden. Die Widerstandsfähigkeit ist nicht allein in der mittleren Mauerdicke, dem festen Gefüge und Gewicht zu erreichen, sondern zugleich in dem **Anzug der Stirnseite** (Verstärkung nach unten mit der Zunahme der Höhe), einem guten **Mauerfuß** (Fundament) und örtlichen Verstrebungen durch die sog. **Pfeiler**.

Es ist deswegen bei Trockenmauern Regel:

1) eine obere (Kronen-)Stärke nicht unter 0,60 m,

2) an der Vorderseite (Stirnfläche) ¹/₆ bis ¹/₅ Anzug und an der Rückseite Absätze von je 0,15—0,20 m auf je 1 m Höhe,

3) Verstärkungen dieser Zahlensätze gegen mutmaßliche Erschütterungen,

4) ein starker (etwa um 0,3 bis 0,6 m vorspringender) und 0,6 — 0,8 m tiefer Mauerfuß auf fester, bezw. verdichteter oder durch eingelegte Bodenplatten hergestellter Unterlage,

5) schichtenweiser Aufbau aus lauter lagerhaften, mit ebenen Stoßfugen zugerichteten Steinen in richtigem Verband, d. h. jede Stoßfuge zweier Steine gedeckt durch einen Stein der nächsten Schichte und Verspannuug durch Auskeilen der Fugen,

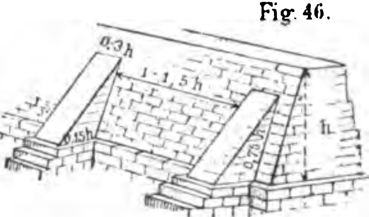
6) die Schichten senkrecht zur Mauerstirne (also nach innen geneigt), die kleinere Zahl der Steine mit der größten Länge quer in die Mauer, aber keine auf die schmalste Fläche gestellt,

7) beim Mangel an groben lagerhaften Steinen Absätze von 0,1—0,2 m auch auf der Stirnseite **oder Speismauer**,

8) keine Trockenmauern von mehr als 10 m Höhe und

9) wenn Mauerhöhe (= h) über 5 m, mit Strebpfeilern (Fig. 46) von 0,7 bis 0,8 h Höhe, 0,3 h Breite, 1 bis 1,5 h Abstand und 0,15 h Fuß,

Fig. 46.



10) für den Wasserablauf (wo nötig) vorherige Entwässerung, kleine Abzugskanäle durch die Mauer und Hinterfüttern der letzteren mit Steintrümmern und unbindiger Erdart.

Für 1 cbm Trockenmauer sind, in Vorratshaufen geschichtet, 1,30—1,40 Raummeter Bruchsteine nötig.

Speis- oder Mörtelmauern werden gebaut d. h. sämtliche Steine in rasch verhärtende Bindemittel gesetzt,

a) wo die Bauzwecke wenig oder keinen Anzug zulassen (z. B. Durchlässe, Gewölbe),

b) die Mauerhöhe 8—10 m überschreitet,

c) nur Backsteine oder geringe Bruchsteine zu haben sind,

d) fließendes Gewässer das Mauerwerk bedroht.

Das gewöhnliche Bindemittel, der **Luftmörtel**, ist ein mechanisches Gemenge aus ²/₃ Quarzsand und ¹/₃ gebranntem kohlensaurem Kalk, nachdem er zu Kalkhydrat abgelöscht

ist. Für 1 cbm Mauerwerk bedarf man durchschnittlich 0,25 cbm Mörtel (und zu dessen Herstellung 0,22 cbm Sand und 0,11 Kalk) sowie 1,3 Raummeter Bruchsteine mit 75 bis 80 % Masse.

Zu Wasserbauten dient der hydraulische oder Wassermörtel, bei dessen Zubereitung die chemische Anziehungskraft zwischen Kalk, Thonerde und Kieselsäurehydrat benutzt wird, um Bisilikate unter Vermittlung hinzutretenden Wassers herzustellen, welche rascher verhärten (nach 4—6 Wochen steinhart sind).

Der Luftmörtel bedarf Zeit zur Zubereitung, der Wassermörtel wird unmittelbar vor Gebrauch bereitet. Frost zerstört aber bei beiden leicht die Bindekraft. Dagegen schließen sich Speismauern gegen Wasser, eindringendes Wurzelwerk und Erdschub besser ab, haben mehr Gewicht und Zusammenhalt, erlauben daher steileren Anzug und schwächere Anlage.

Ist der Untergrund nachgiebig und unzuverlässig, so läßt man eine künstliche Gründung durch die sog. Betonierung oder ein Holzrostwerk dem Mauerbau vorhergehen.

§ 33. Bauten zum Ablauf des Wassers. Als Anstalten, um alles fließende Wasser, bevor es die Bauten beschädigt, aus ihrem Bereich fortzuleiten, dienen

die Seitengräben, die Querrinnen, die Sickerdohlen und die Durchlässe oder Abzugsdohlen.

Selbst in der Ebene nützt die beiderseitige Wegbegrenzung mit Gräben. Sie liefern durch ihren Aushub Bauerde, stellen den Wegkörper frei und fördern seine Abtrocknung; das Wasser führen sie seitwärts in Senklöcher oder in Hauptgräben ab. In nassen Tieflagen vergrößert man die Gräben.

Wo die Wegkrone in den Boden einschneidet, einseitig an Berghängen, beiderseitig bei Durchschnitten (Hohlgassen), müssen die Straßengräben längs des Böschungsrandes das niederrieselnde Wasser aufnehmen und weiterleiten; hiezu müssen sie ein genügendes Querprofil und Gefälle erhalten, mindestens 20 cm Sohlenbreite, 30 cm Sohlentiefe und 30 bis 40 cm obere Weite, bei lockerem Boden und mehr als 7 % Gefäll der Straße eine gepflasterte Sohle und beraste Böschungen.

Die aufgenommenen Regen-, Schnee- oder Quellwasser müssen dann von Strecke zu Strecke von der Berg- auf die Thalseite über die Wege oder unter ihrer Oberfläche hinweg in die natürlichen Rinnsale geleitet werden. Wo die Neigung des Geländes zu gering ist, um in geschlossenen Querkanälen das Wasser unterirdisch abfließen zu lassen, oder die Kosten dafür zu beträchtlich erscheinen, lassen sich schief über die Bahn

1. Quermulden (Kehren) aus kleinen Erdaufwürfen oder eingelegten steinernen Schwellen herstellen,

2. hölzerne Querkanäle mit einem Schwellenpaar aus behauenen Stämmchen (am besten Eichenkernholz), welche an Pfahlhölzer befestigt und durch 2 oder 3 Querstücke in gleichem Abstand erhalten werden;

3. Pflasterrinnen in flachen Mulden von 1,2—1,5 m Breite und 15—20 cm Tiefe, an beiden Längsrändern durch tiefer greifende Bordsteine eingefaßt, das Pflaster in Sand gesetzt und festgerammt.

Alle diese Vorkehrungen teilen jedoch den Uebelstand, daß das Fuhrwerk beim Uebergang Stöße erhält und ausübt, das Wasser bei raschem Andrang überläuft, im Winter aber Schnee und Eis sie anfüllt.

Soll ein Weg auf einem mit versteckten Wasseradern durchzogenen — „quelligen" — Boden gebaut werden, so muß mit den Vorkehrungen zum Wasserabzug schon beim Erdbau begonnen werden. Man gräbt zuerst dem Wasser entgegen, entfernt alle schlammigen und moorigen Bodenteile, legt in der Längsrichtung des Weges, innerhalb des oberen Böschungsrandes oder unter der Wegmitte, einen sog. Sickerdohlen an d. h. man baut zwei

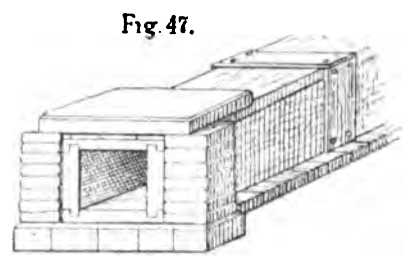
lockergeschichtete Trockenmauern von 0,4 bis 0,5 m Abstand und Höhe auf, füllt sie mit grobem losem Gestein, überdeckt sie mit Steinplättchen (oder in deren Ermangelung mit Reisig, Rasen-, Moosplaggen und dergl.) und deckt sie mit steinigem (grusigem) oder kiesigem Boden.

In Abständen von 10 oder mehr Metern kreuzen dieselben in der Querrichtung ähnliche Dohlen, wie die ersteren, mit schwachem Gefälle. Ist die obere Wegböschung sehr wasserreich, so wirkt ein Parallelgraben im Berghang in Verbindung mit Sickerungen, welche unter dem Straßengraben hindurchziehen, wie es weiter oben in Fig. 41 mit abc und mnop angedeutet ist, noch besser[39]).

Wo die Geländeverhältnisse und Mittel es erlauben, verdienen die Durchlässe oder Abzugsdohlen, welche alle Tagwasser unter der Straßenbahn hindurchführen, bei richtigem Bau den Vorzug. Sie werden vom Fuhrwerk nicht empfunden, bleiben der Abnutzung und Beschädigung entzogen, lassen keine Eisplatten entstehen und fördern den Wasserablauf. Sie sind a) Röhren-, b) Deckel-, c) Gewölbdohlen.

Die einfachsten Röhrendohlen[40]) sind ausgebohrte entrindete mit Eisenreifen versehene Stammabschnitte, am besten von kienigem Kiefern- oder imprägniertem Tannen- oder Fichtenholz, besser, weil in größerem Querschnitt herstellbar und dauerhafter, aus dicken eichenen Bohlen zusammengesetzte und an den vernuteten Fugen mit Leisten oder eisernen Bändern verschlossene und befestigte Kanäle, welche am Ein- und Auslaß einen regelmäßigen Abschluß durch ein kleines Backsteingemäuer mit überlegter Steinplatte erhalten (Fig. 47).

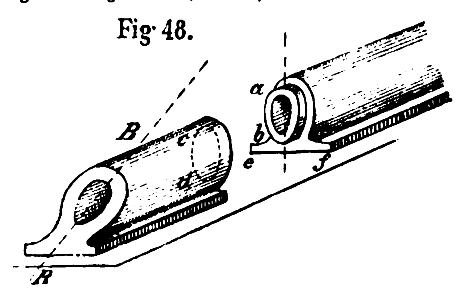
Fig. 47.



Eine dritte Form sind die sog. Tonnenbrücken, aus Theertonnen oder besser aus Erdölfässern durch Ineinanderschieben der quer geschnittenen Hälften hergestellte Durchlässe, welche durch beiderseits eingetriebene mit Wieden oder dergl. verbundene Pfähle festgehalten, mit Dachpappe oder theergetränkten Stoffen an den Fugen verschlossen, mit Reisig, Haide, Moos oder dergl. überdeckt und dann mindestens 1 m hoch mit bindiger Erde überschüttet werden.

Die heutigen Fortschritte in der Zementfabrikation und die weite Verbreitung derselben lassen jedoch Zementröhren, weil viel dauerhafter, meistens vorziehen. Dieselben haben (Fig. 48) am einen Ende einen vorspringenden Hals ab, welcher in die Nute cd des nächsten Stückes eingepaßt wird, worauf mit weicher Zementmasse (oder Wasserkalk) die Fuge verstrichen wird; ihr breiter starker Fuß ef gestattet ihre sichere Gefällverlegung. Die über die Dammböschung hervorragenden Randteile der Endstücke am Ein- und Auslaß werden nach der Zusammenfügung des Dohlens in der Böschungsrichtung BR abgesägt. Die beliebig wählbare Lichtweite und Stärke läßt die Zementdohlen jedem örtlichen Bedarf anpassen. Ihr leichter Bezug und mäßiger Preis, ihre Haltbarkeit und leichte billige Verlegbarkeit lassen ihnen den Vorzug auch vielfach vor den Deckeldohlen geben[41]).

Fig. 48.



39) Näheres über Sickerungen und Steinpackungen siehe bei Henz (Pleßner) a. a. O.
40) Einiges über Röhrendohlen siehe in M. Schr. f. F. u. J.W. v. 1863, S. 27.
41) Ueber die Selbstanfertigung von Zementröhren für Dohlen siehe Z. f. F. u. J.W. v. 1881 S. 266.

Der Dohlenbau (gemauerte Durchlässe mit Steinplatten-Deckung) setzt genügenden Höhenabstand zwischen der Wegkrone und der Sohle der Wasserrinnen voraus, um mit ausreichender Lichthöhe und -Weite einen Abzugskanal herzustellen, welcher

a. beiderseits von einer Widerlagermauer,

b. auf der Sohle von einer Pflasterung oder einem Plattenbeleg,

c. über den Widerlagern von aufgelegten Steinplatten (Deckeln) begrenzt ist und

d. über den Deckelplatten eine schützende Erddeckung (Ueberfahrt) von mindestens 30 cm haben muß.

Die Bau-Ausmaße richten sich in jedem Einzelfalle nach dem Abstande der Wegkrone über der Sohle des natürlichen oder künstlichen Wasserlaufs, der Kronenbreite, Bodenneigung und beiderseitigen Böschung sowie nach der größten Menge des Wasserzuflusses. Die geringste Lichtweite (Abstand der Widerlager ab) — siehe Fig. 49a — und Lichthöhe (Widerlagerhöhe cg ohne Mauerfuß) sollte nicht unter 0,5 m sein — die größte Lichtweite nicht über 1 m (wegen der Tragkraft der Deckelplatten).

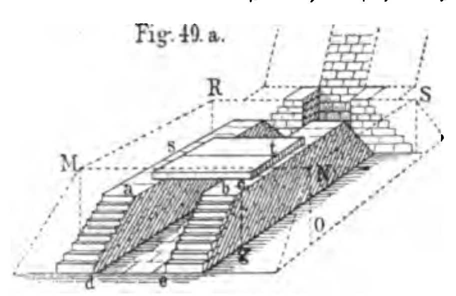


Fig. 49. a.

Die Kronenstärke der Widerlager, nach innen lotrecht, nach außen stufenweise im Aufbau, ist mindestens zu 0,4 m, für Lichthöhen über 1 m bis zu 0,8 m zu bemessen, der Mauerfuß zu 0,3 bis 0,6 m Höhe und mindestens 0,6 m Stärke. Die Widerlager laufen am Ein- und Auslaß in Flügelmauern aus, welche entweder im Profil der Dammböschung oder einer Stirnmauer (mpon) verlaufen — Fig. 49b. — Zwischen den Widerlagern wird die Sohle mit einem 0,10 bis 0,20 m starken Rollpflaster, zum Schutz gegen Unterspülung versehen, welches am Ein- und Auslaß mit einer Holz- oder Steinschwelle abschließt, oder die Sohle wird mit Steinplatten ausgelegt, welche in die beiden Widerlager greifen. Nur bei starkem Wasserzudrang wird zu diesen Bauten Mörtel verwendet.

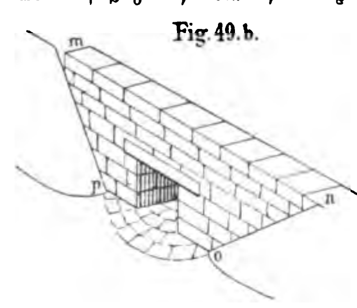


Fig. 49. b.

Quer über die ausgeglichenen Widerlager greifen die Dohlen-Deckel, massive von Rissen freie Steinplatten; ihre Stärke muß mit zunehmender Lichtweite von 12 bis 30 cm steigen, ihre Länge muß ausreichen, um mindestens noch 20—25 cm der Widerlagerkrone zu decken. Ihre Stoßfugen (st) sollen gut schließen, in kleinen Lücken mit Steinsplittern und Mörtel oder Lehm ausgefüllt werden, damit von oben keine Erde durchrinnt. Als Ersatz der Steinplatten können Zementplatten, gegen Rost geschützte eiserne Platten oder imprägnierte Spunthölzer (Bohlen) dienen, namentlich wo bei beschränkter Raumhöhe der Dohlenabschluß die Wegfläche erreicht.

Jeder Dohlen muß genügenden Fall (3—7 %) haben, damit das Wasser weder etwas ablagert, noch den Bau angreift. Vor dem Einlaß ist die Anlage eines „Einfalls" d. h. eines schachtartig bis zur Grabensohle aufgemauerten Kessels (Fig. 49 c) unterhalb des Auslasses Aufmauerung oder Auspflasterung der Wasserrinne so weit geboten, als der Bodenzustand künstliche Befestigung rätlich macht.

Fig: 49. c.

Erlaubt der starke Geländeabfall an der Baustelle kein mäßiges Durchlaß-Gefälle, so müssen zur vollen Sicherheit die Sohle, Widerlager und Dohlenplatten aufwärts in mehreren Stufen aufgebaut werden (Stufendohlen Fig. 49 d).

Ist zeitweise ein Wasserandrang zu befürchten, für welchen das größtzulässige Durchlaßprofil eines Deckeldohlens nicht ausreicht, die Oertlichkeit jedoch zu Durchlässen anderer Art zu beschränkt, die Weghöhe über der Sohle zu nieder, so ist die Anlage eines **Doppeldohlens** (gekuppelten Durchlasses) zu erwägen. Ein solcher besteht (Fig. 49 e) aus einem „Tragpfeiler" von mindestens 0,6 m Stärke als Mittelwand, beiderseits lotrecht aufgemauert und zwei Widerlagern in gleichem Linienzug, von welchen die Deckelplatten auf den Pfeiler hinübergreifen. Er stellt also zwei parallel verlaufende Deckeldohlen dar, deren jeder jedoch mit stärkeren Ausmaßen und einseitiger Flügelmauer hergestellt wird. Droht stärkerer Wasserangriff, so ist ein solcher Bau ganz in Wassermörtel zu setzen.

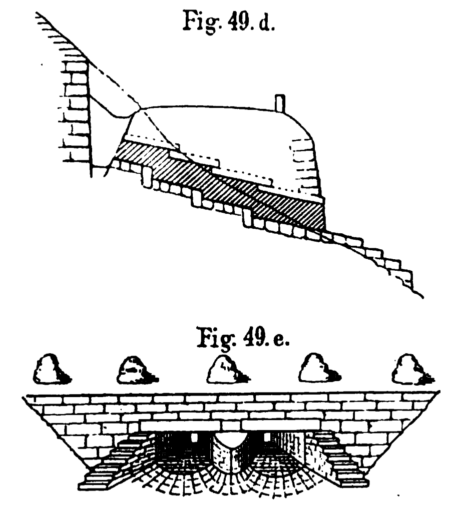

Fig. 49. d.

Fig. 49. e.

Nach Feststellung aller Ausmaße beginnt ein Dohlenbau mit der Aushebung der **Baugrube**, deren Länge MR nach der Wegbreite und den Raumerfordernissen des Ein- und Auslasses, deren Breite MN nach der Lichtweite und den Widerlagerstärken, deren Tiefe NO nach der Höhe der Wegbahn über dem Mauerfuße sich bemißt. An beiden Enden der Baugrube errichtet man ein Lattengestell nach der Lichtweite und -Höhe des Dohlens und spannt dazwischen Schnüre, nach welchen die Fundamentierung und der Aufbau der Widerlager erfolgt.

§. 34. **Gewölbdohlen.** Muß eine Verkehrslinie einen Wasserlauf überschreiten, für welchen kein Doppeldohlen mehr genügt, so macht der größere Aufwand der alsdann nötigen **Ueberwölbung oder Ueberbrückung** genauere Untersuchungen über die Erlangung der günstigsten Baubedingungen zur Pflicht. Der höhere Aufwand muß aber dem Bedürfnis entsprechen und sich dadurch rechtfertigen. Wichtig ist darum die Ermittlung des **Baugrundes**, der **Normalbreite** des Wasserlaufs, seiner **Mittellinie** (Sohlenrinne) und der **Baurichtung** zu ihr (normal, schief oder im Bogen), der nötigen **Lichthöhe** und **-Weite** des Baues, des mittleren **Wasser-** und **Straßengefälles**, der **Bauformen** und **Baustoffe**, welche für die Oertlichkeit zur Wahl stehen und genügen.

Der **Baugrund** muß so viel Trag- und Widerstandsfähigkeit zeigen, daß er dem Druck nicht nachgibt, welchen das Eigengewicht des Bauwerks und seine Belastung mit Fuhrwerken ausübt, und zugleich die Angriffe des Wassers und den Schub der Erdmassen auf und hinter den Bauteilen aushält. Am unzuverlässigsten, für Steinbauten oft ganz untauglich ist Moor und Sumpf, von den angeschwemmten Böden der Flugsand; Sand- und Kiesboden heischt künstliche Befestigung; bindige Böden bieten für kleinere Bauwerke noch einen sicheren Baugrund ohne besondere Vorkehr. Volle Sicherheit auch für größeren Bau gewähren die steinigen Böden des Gebirges.

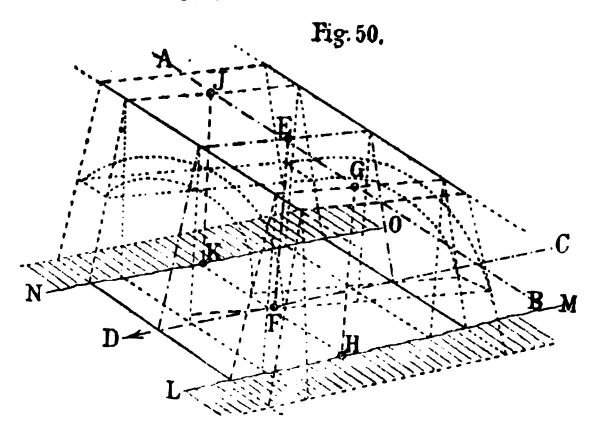
Will man einen Wasserlauf überwölben, so ist der Wegzug so einzurichten, daß die Mittellinie des Gewölbes möglich normal gegen den Wasserlauf steht oder es ist der Wasserlauf zu regeln. Die Wegbahn über dem Gewölbdohlen soll nahezu wagrecht verlaufen und noch eine Strecke beiderseits mäßig steigen.

Bei beschränkten Mitteln kann die Straßenbreite soweit verengt werden, daß nur ein Fuhrwerk zu passieren vermag.

Ein gewölbter Durchlaß setzt sich zusammen aus den beiden längs den Uferlinien hinziehenden **Widerlagern**, dem von ihnen getragenen **Gewölbe**, den **Flügelmauern**

(bezw. Strebpfeilern), Traggurten, Stirnmauern, der Gewölbsohle, Eindeckung und Hintermauerung, sowie den Brüstungen oder Geländern beiderseits der Fahrbahn.

Fig. 50.



Der Bauplan muß, maßgeblich der Straßenachse AB (Fig. 50), der Mittelrinne des Wasserlaufs CD und der Höhe GH und JK der Fahrbahn über den Uferlinien LM und NO die Ausmaße, Richtungen und Formen der einzelnen Bauteile feststellen. Zeichnungen stellen den Grundriß, die Aufrisse des Ein- und Auslaufs (Rücken- und Stirnseite), den Längs- und Querschnitt (Lotschnitte in der Richtung des Wasserlaufs und des Wegzugs) im Maßstab von 1 : 50 bis höchstens 300 dar. Am wichtigsten sind die Widerlager mit dem Gewölbe, deren Höhe, Weite und Stärke nach dem Querprofil des Gewässers beim höchsten bekannten Wasserstande reichlich zu bemessen ist[42]).

Die Licht- und Spannweite der Widerlager muß nämlich der zufließenden Wassermenge auch beim höchsten Wasserstand ohne Stauung den Abfluß gestatten, ihre Stärke aber danach bemessen sein, daß sie das Gewölbe nebst der Belastung durch die Fuhrwerke tragen, dem Druck der Hinterfüllung und dem Angriff des Wassers widerstehen, also mit der Spannweite zunehmen, um durch ihre Standfestigkeit die Verbindung beider Ufer zu vermitteln. Bei gleichheitlicher Spannung und Lastenverteilung über dem Gewölbscheite hat jedes Widerlager die halbe Belastung zu tragen und einen wagrechten Schub auszuhalten, welcher von der Spannungsrichtung abhängt. Der Gewölbebogen bildet eine Verbindung von senkrecht zur Bogenlinie (radial) gefügten Gesteinstücken, deren jedes, ohne wagrechte Unterlage, zur Erhaltung des Gleichgewichts eine solche Lage einnehmen muß, daß der Schub seines Eigengewichts und seiner Belastung vom nächsten und der summierte schiebende Druck mehrerer Gewölbsteine von jedem folgenden ertragen wird, ohne ihre Lage und ihren Zusammenhalt zu verändern. Eigengewicht und Belastung wirken als wagrechte und lotrechte Kraft und müssen sich als Mittelkraft in einer Richtung bewegen, welche innerhalb der Fugenfläche fällt und ebenso beiderseits von der Fugenfläche einer widerstandsfähigen Unterlage aufgenommen und ertragen wird. Die Verbindung der Schwerpunkte aller Gewölbsteine muß eine „Drucklinie" ergeben, welche innerhalb der Gewölbstirne fällt.

Die Gewölbsteine, jeder nach der Gewölbform (Fig. 51) auf den Radialschnitt beiderseits behauen, reihen sich von den Widerlagern aufwärts in durchlaufenden n Schichten an einander, bis im Gewölbscheitel als Schichte n + 1 die Schlußsteine die Reihen schließen.

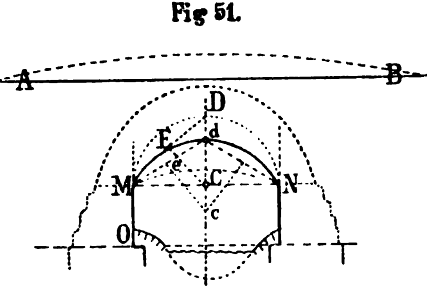
Bei richtiger Gewölbanordnung kann man auch kleine Gewölbe aus trockener Fü-

42) Die engen Grenzen, innerhalb deren sich das forstliche Bauwesen bei der vorliegenden Aufgabe bewegt, lassen von hydrotechnischen Untersuchungen zur Feststellung der Ausmaße absehen.

gung der Steine (ohne Bindemittel) haltbar herstellen. Jedoch ist es meistens ratsam, die Sicherheit durch eine gute Mörtelverbindung zu erhöhen.

Die einfachste und sicherste Gewölbanordnung gewährt der Halbkreis (*Kreisgewölbe*), dessen Gewölbe- oder Pfeilhöhe p = Hälfte der Spannweite ($^1/_2$ s) und dessen Halbmesser (r) somit am kleinsten ist (= p). Diese Bauart erfordert jedoch die größte Gewölbmasse, das höchste Lehrgerüste, die größte Höhe der Bahn über der Bausohle (bringt also den Gewölbescheitel der Fahrbahn am nächsten) und verengt bei steigendem Wasserstand die Durchflußweite.

Fig 51.



Bei beschränkter Bahnhöhe AB über dem Wasserspiegel (Fig. 51) ermäßigt man daher den Pfeil CD z. B. auf Cd nach Annahme des Bogenursprungs MN (= s) mit der für den Durchfluß nötigen Höhe MO über der Sohle: *Stichbogengewölbe* (gedrückter Bogen). Die noch zulässige Grenze derartiger Verdrückung bei einfachen Bauten ist bei s = r (d. h. Sehne gleich der Seite eines eingeschriebenen Sechsecks).

Ist s und p gegeben, so ergibt sich der Mittelpunkt des herzustellenden Kreisbogens graphisch durch Errichtung von Senkrechten auf der Mitte der Sehne Md und Nd oder durch Berechnung aus

$$r^2 = (r - p)^2 + (^1/_2 s)^2 \text{ oder wenn Sehne Md} = a \text{ aus } a^2 : 2p.$$

Beim Bogen größter Drückung (kleinste Gewölblinie) ist p = 0,134 s, beim vollen Halbkreis (größte Gewölblinie) = 0,5 s. Das Maß der Verdrückung gibt die Gleichung v = p : s an.

Trocken gemauerte Gewölbe würden größtmöglichen Pfeil, gleichmäßige Zurichtung und Verteilung der starken Gewölbsteine und gute Verbindung mit saubergefügten massiven Widerlagern bedingen.

Als Ansätze zur Ermittlung der Gewölbstärke können die folgenden dienen, worin s = Lichtweite, d = Scheitelstärke des Gewölbes, D = Gewölbstärke über dem Widerlager („Kämpfer"), δ = mittlere Gewölbstärke, α = Höhe der Aufschüttung über dem Gewölbe.

$$\text{I. } d = (0,035\, s + 0,33) \text{ Meter,}$$

$$\text{II. } \delta = (0,05\, s + 0,40)\,(1 + 0,04\, a) \text{ Meter,}$$

$$\text{III. } d = 0,85\,\delta \text{ und } D = 1,15\,\delta \text{ oder } 1,35\, d \text{ (bis nahezu 2d).}$$

Für Stichbogen

$$\text{IV. } \delta = (0,025 \frac{s^2}{p} + 0,40) \text{ m}^{43}).$$

Da die Gewölbstärke sich hauptsächlich nach der Lichtweite und die Stärke der Widerlager nach dem Druck des Gewölbes zu richten hat, so läßt sich auf analogem Wege auch eine Gleichung für die Stärke der Widerlager am oberen Ende (Kämpferstärke K) aufstellen und zwar

für Halbkreisgewölbe im Metermaß

$$\text{V. } K = (0,03\, s + 0,65 + 0,07\, h)\,(1 + 0,06\, a),$$

für Stichbogengewölbe im Metermaß

$$\text{VI. } K = (0,03 \frac{s^2}{p} + 0,65 + 0,07\, h).$$

Ist $a < 2m$, so kann dieser Faktor bei Formel II und V wegfallen.

Für größere Gewölbbauten wird häufig bei schwacher Drückung K = 0,2 s und bei stärkerer = 0,25 bis 0,3 s als Näherungswert genommen.

---

43) Siehe Ed. Schmitt: „Der Erdkunstbau". I. Teil. Leipzig 1871 S. 58.

Zur genügenden Stärke muß aber bei den Widerlagern auch die Anwendung starker dauerhafter Bausteine und guter Bindemittel, sorgsame Fügung und Schichtung und ausreichende Vorkehr gegen Unterwühlung und Ausspülung empfohlen werden.

Von Wichtigkeit sind außerdem die Verstärkungen und sichernden Abschlüsse durch die Flügelmauern und (oder) Pfeiler.

Fig. 52. a.

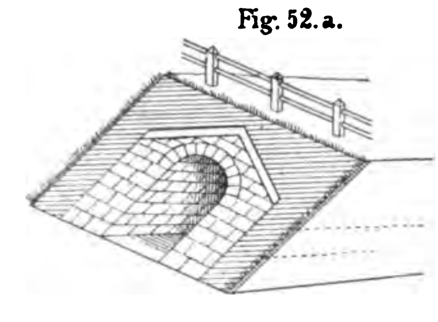
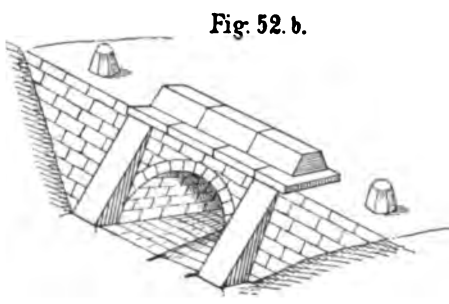


Fig. 52. b.



a. Bei kleinen Wasserläufen mit wenig Gefälle, Ueberfluß an Erde und Mangel an Bausteinen baut man „liegende Gewölbe" d. h. läßt die Widerlager in Flügelmauern endigen, welche in die Dammböschung verlaufen, (umrahmt mit schmaler Stirnmauer). Fig. 52 a.

b. Bei der Ueberbauung enger Thalschluchten mit größerem Gefälle, leichter Beschaffung von Bausteinen baut man stehende Gewölbe d. h. man läßt am Ein- und Auslaß die Widerlager in Stirnmauern endigen, welche mit 1/5 bis 1/6 Anzug bis zur Straßenkante aufsteigen und beiderseits an die Thalwände anschließen. Fig. 52 b.

c. Soll die Standfestigkeit des Gewölbes noch verstärkt und gegen seine Hinterspülung Vorkehr getroffen werden, so läßt man die Widerlager in starke Flügelmauern auslaufen oder bringt vor denselben noch Strebpfeiler an.

Einen Abschluß und Schutz gegen Oben bilden die Deck- und Traggurten, sauber geformte Stein- oder Zementplatten, 40—50 cm breit, 7—10 cm stark, welche über dem Gewölbe auf der Mauerstirne verlegt sind und dieselbe um 5—10 cm überragen.

Hat das Bachbett keine von Natur feste Sohle, so wird entweder, wenn es breit, das Widerlager gegen die Ufer mit einem gepflasterten Vorland geschützt oder, wenn schmal, die ganze Gewölbsohle mit einem Rollpflaster versehen.

Weitere Sicherheitsregeln sind:

Das Gewölbe mit einer wasserdichten Lehm- oder Wassermörtelschichte einzudecken, die Widerlager bis gegen die halbe Gewölbhöhe zu hintermauern, jeden Wasserlauf von oben abzulenken.

Nach der Feststellung des Bauplanes und mit dem Baubeginn sind von der Wegmittellinie aus die Baugrenzen abzustecken und Lattengerüste zu errichten, mittelst welcher die Fundamentlinien, Mauer- und Böschungsprofile u. s. w. zu erkennen oder mittelst Abschnürens und Senkelns noch genauer festzustellen sind. Die übrigen Baulinien werden später aus dem Werkplan nachgetragen. Störender Wasserzulauf ist zur Seite zu leiten und abzudämmen. Sind die Widerlager und ihre Anschlüsse (Flügelmauern 2c.) bis zum Gewölbanfang gediehen, so folgt das Aufschlagen des Lehrgerüstes (Einschalung), ein Gefüge aus Pfosten und darauf ruhenden Quer- und Längsbalken, welches zwischen und längs den Widerlagern auf der Bausohle steht (oder mit Verstrebungen und Klammern zwischen die Widerlager eingespannt hängt — stehendes, hängendes Gerüst) und die in der Bogenform des Gewölbes ausgeschnittenen Lehr- oder Rüstbögen in höchstens 1,5 m Abstand trägt.

Allmählich die Bögen von beiden Widerlagern herauf mit Dielen oder starken Latten

einschalend werden längs und über denselben die Gewölbschichten mit den dafür zugerichteten Steinen parallel gegen den Gewölbscheitel aufgemauert, die Gewölbstirnen sauber bearbeitet. Genau im Scheitel lassen diese Schichten über den Lehrbogen die Mittelrinne, worin die Schlußsteine kräftig eingetrieben werden, um die Verspannung des Gewölbes zu bewirken. Wenn gut eingepaßt und festgefügt, so darf nach Wegnahme des Gerüstes (Entschalung, Ausrüstung) das Gewölbe sich höchstens um einige cm setzen, seitwärts aber nicht verschieben. Speisgewölbe bleiben zur Abtrocknung und Verhärtung der Bindemittel 2—3 Wochen über dem Gerüste stehen, worauf die zwischen dem Lehrgebiege eingetriebenen Holzkeile vorsichtig entfernt werden und das Gebiege gelöst und das Gewölbe freigestellt wird. Zeigt es sich standfähig, so werden die Stoßfugen des Gewölbinnern noch ausgekeilt und überarbeitet, die Eindeckung und Aufschüttung bis zur Fahrbahn und diese selbst durchgeführt.

§ 35. Holzbauten. Auf nachgiebigem Boden, bei schwierigen Geländeverhältnissen, bedingter großer Spannweite, Mangel an Bausteinen, reicher Auswahl an gutem Bauholz — auch zu zeitweiliger Aushilfe — entspricht eine Ueberbauung von Gewässer mit einem reinen Holzbau oder ein hölzerner Oberbau auf gemauerten Widerlagern mehr als ein schwerer Steinbau. Die Gebälkverbindungen einer Holzbrücke stützen sich auf die natürliche Haltbarkeit der Baumstämme in ihrer Längsachse, indem bei kleinen Brücken von einer Uferfeste zur anderen, bei größeren mit Zwischenpfeilern (Jochen) Balken verlegt, mit dem Uferbau verbunden und mit Streben, Unterzügen, Klammern und Schraubwerk befestigt und verstärkt werden. — Die forstlichen Bauaufgaben können nur darin bestehen,

1) einfache Uferfesten aus gemauerten Widerlagern (Pfeilern) oder aus hölzernen Spundwänden (Uferjochen) aufzurichten,

2) darüber ein Brückengerüste zu verlegen, welches

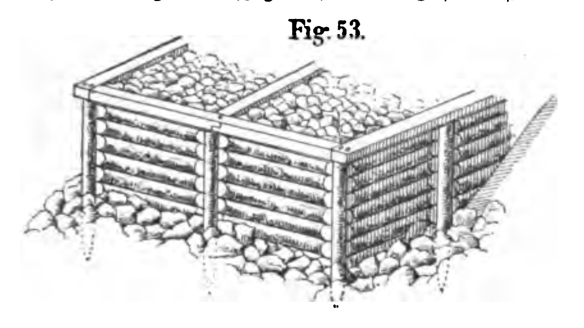
3) die Brückenbahn und, wo nötig, ein beiderseitiges Brückengeländer trägt.

Bei den Wegen unterster Ordnung — „Fußstege" — ist Holzbau Regel.

Auf festem Boden (zumal felsigem) sind Widerlagsmauern anzulegen, wie bei den Deckel- und Gewölbdohlen mit gutem Fundament, durch die landeinwärts streichenden Mauerflügel mit dem Wegkörper verbunden und gegen Hinterwaschungen, bei reißendem Wasser zugleich durch Steinanschüttung gegen Angriffe geschützt. Die Mauerhöhe bestimmt sich nach der Bahnhöhe über dem Ufer, die obere Länge aus der Kronenbreite der Straße, die Stärke muß mit der Höhe, Lichtweite und dem Druck der Hinterfüllung zunehmen. Die Verbindung mit dem Brückengerüste vermitteln die Mauerlatten (wovon unten).

Die Uferwände aus Holz sind bei den einfachsten Bauten und Notbrücken ein Gefüge von aufrecht in den Boden gerammten Rundpfosten, in deren Längsnuten etwas schwächere Rundhölzer mit den zugerichteten Endkanten fachweise eingelegt werden, mit oberem Abschluß durch den wagrecht über die Köpfe der Pfosten streichenden und mit Holznägeln verzapften oder verschraubten Holm (Fig. 53). Den Fuß muß eine Abpflasterung oder

Fig. 53.



grobe Steinschüttung schützen; mit kleineren Steinen oder Kies wird hinterfüllt. Dauerhafter werden die Uferjoche aus Eichenkern- oder imprägniertem Nadelholz (vielleicht auch Buchen?) hergestellt: Bohlwände von 7—10 cm Stärke mit Wechselstößen zwischen und hinter kantigen Eichenpfosten von 15—20 cm Beschlag, mit Verzapfung, Verschraubung und eventuell Verklammerung des Holms, die Flügelwände von der Hauptwand stumpf zum Ufer hinstreichend, hohe Jochpfähle (Pfosten) verankert, d. h. durch wagrechte Zangenhölzer mit schief eingerammten Ankerpfählen verschraubt.

Fig. 54.

Die einfachsten Brückengerüste sind die Stangen- (Trammen-) Brücken, mittelst welcher man kleinere Wasserrinnen (Gräben, Bäche) überbaut (Fig. 54): Auf beiden Ufern werden 3 starke Pfosten eingerammt, welche eine Schwelle tragen, auf diese zwei oder drei 20—25 cm starke Streckbäume wagrecht verlegt und quer mit dicht gereihten etwa 15 cm starken oben und unten flach behauenen Stammtrummen eingedeckt und an beiden Enden mit einer aufgeschraubten gleichstarken Saumschwelle befestigt. An den eingerammten Pfosten bilden quer aufgeschraubte Bohlen (oder Stangen) den Abschluß gegen die mit der Wegbahn zu verbindende Steinanschüttung. Ueberkiesung oder Ueberschotterung der Bahn. Ihre Haltbarkeit ist höchstens eine 12jährige. Die Spannweite sollte 3 m nicht überschreiten. Größere Tragfestigkeit und Dauerhaftigkeit gewährt ein auf die Jochholme aufgeschraubtes Paar geschnittener Eichen- (oder Kiefern-) Krummhölzer[44]), welche, wie Fig. 55 andeutet, noch weiter mit hölzernem oder schmiedeisernem Gitterwerk verbunden und verstärkt werden und eine mit Saumschwellen niedergehaltene Bohlendeckung tragen. Die Sprengweite darf hier bis zu 5 m gehen.

Fig. 55.

Zur vollen Tragfähigkeit für schwerere Stammholzfuhren dienen die einfachen Balkenbrücken. Sie bedürfen nur einer geringen Höhe über dem höchsten Wasserspiegel, einer noch mäßigen Holzmenge, sind den Ausbesserungen stets zugänglich und mit wenig Mühe versetzbar.

Bei Uferfesten aus Spundwänden nimmt der Holm, bei gemauerten Pfeilern die Mauerlatte, ein kantiger Balken von Pfeilerlänge und 25—30 cm Stärke, auf der Mauer mit eisernen Dollen und Klammern befestigt, die Streckbalken (Dohlbäume) auf, an den Enden kantig beschlagene je nach der Holzart 30—45 cm starke Balken, gegen Durchbiegung höher als breit (im Verhältnis 7 zu 4 bis 5); sie liegen in der Wegrichtung mit „Verkämmung" auf den Mauerlatten, um ³/₄ bis 1 m über sie greifend, in der Auflage mit konservirenden Stoffen umfüttert, durch einen unter ihnen angelegten Sammelkanal gegen dauernde Nässe geschützt. Um die Tragkraft der Streckbalken, welche mit dem Eigengewicht der Brücke (dauernde Last) und jenem der beladenen Fuhrwerke (zufällige, bewegliche Last) beschwert werden, nicht zu überspannen, muß denselben ein entsprechender Gesamtquerschnitt (= Produkt der Balkenzahl und der Querfläche aus ihrer Rundstärke d) gegeben werden, gemäß der relativen (Durchbiegungs-)Festigkeit eines gleichmäßig belasteten an den Enden fest aufliegenden Balkens für die Spannweite s.

Man soll aber eine Rundstärke d in cm nach der Spannweite erfahrungsmäßig

44) Nach dem Erfinder Laves'sche Balken genannt.

			also z. B. für s = 6 m	= 8 m	
bei Eichenholz	zu (3,0 s + 15) cm . . .		33	39	cm
„ Kiefernholz	„ (3,5 s + 16) „ . . .		37	44	„
„ Tannen- u. Fichtenholz	„ (3,6 s + 18) „ . . .		39	46,5	„

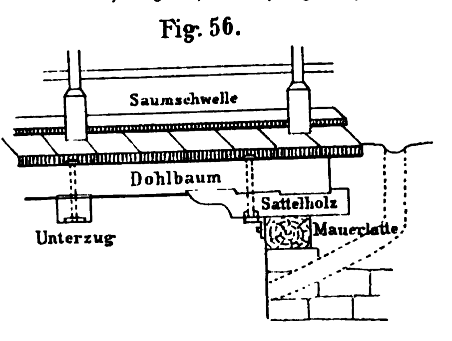
und den Abstand der Balken von Mitte zu Mitte etwa so nehmen:

einspurige Bahn	4 Streckbalken	0,8	bis 1	m	Abstand
zwei „ „	5 „	0,7	„ 1	„	„
desgl. mit Fußbahnen	7 „	0,65	„ 0,90	„	„

Für leichte Bauten jedenfalls schmale Fahrbahn für 1 Fuhrwerk, mit Ausweichplätzen vor den Brückenenden.

Bei größerer Spannweite verstärken sog. Sattelhölzer, welche zwischen der Mauerlatte und den Streckbalken verlegt, bei ¼ s ganzer Länge, jederseits um 0,75 m vorspringen (Fig. 56), die Sicherheit, bezw. gestatten schwächere Ausmaße der Streckbalken.

Fig. 56.

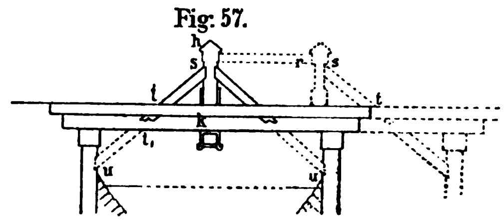


Große Verbiegungen und Schwankungen des Brückengerüsts, zu starkes und ungleiches Weichen und Lockern der Verbindungen vermindern die Durch- oder Unterzüge, Balken von vierkantigem Beschlag, 18—24 cm stark, deren 1 bis 3 in der Länge der Brückendeckung unter den Streckbalken hindurchziehen, mit durchgreifendem Schraubwerk an die Streckbalken (nur an die äußeren oder an alle) befestigt. Ein einfacher Bretter- oder Bohlenbeleg bildet die Brückenbahn, beiderseits über die äußeren Streckbalken greifend, durch die Saumschwellen, zwei lange oben abgekantete Balkenstücke, niedergehalten, zuweilen noch mit einfachem hölzernem Geländer.

Bei größerer Spannweite würde die Durchbiegung und Schwankung des Brückengerüstes zu groß oder die Verstärkung des Gebälkes den Bau zu sehr verteuern und schwerfällig machen. Es muß daher, wenn man die Errichtung eines Zwischenjoches zwischen den Uferpfeilern vermeiden will, eine Verstrebung der Streckbalken eintreten:

a. Lassen niedrige Ufer das Hochwasser nahe an das Brückengerüst heran, so geschieht die Verstrebung von oben durch ein sog. Hängwerk (Fig. 57). Auf die beiden äußeren

Fig. 57.



Streckbalken wird je ein kantiges Balkenstück von gleicher Stärke und einer Länge von mindestens ⅓ s, die Hängesäule hk, senkrecht eingelassen und durch die beiderseitigen Streben st mit ersteren in mindestens 22° Neigung verbunden. Dazu kommt ein Unterzug, welcher auch die inneren Streckbalken zu tragen hat und entweder nur mit den äußeren (mittelst des durchgreifenden „Hängeisens“ oder beiderseits angeschraubter eiserner Zangen) oder auch mit den Zwischenbalken durch Schraubwerk verbunden ist[45]). Diese

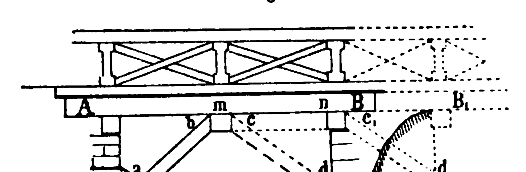
45) Frei ohne Schraubwerk durch den Unterzug getragene Zwischenbalken heißen „Losbalken“.

Bauart erlaubt Spundwände als Uferfesten und eine vierfache Belastung in Vergleich mit der einfachen Balkenbrücke.

Ueber 9 m Spannweite hinaus bedarf es zu hoher Säulen und zu starker Verstrebungen, also bei größerem Eigengewicht eine schwerfällige Bauform, mehr und stärkeres Holzwerk und Eisen, festeren Unterbau. Besser werden daher etwa auf je $\frac{1}{3}$ der Spannweite zwei Säulen eingesetzt, mit einem wagrechten Spannriegel (rs) dazwischen und ein Strebbalken (st) jederseits, ebenso zwei Unterzüge zur Versteifung der inneren Streckbalken verwendet — oder man verlängert, wenn die Bahnhöhe über dem Hochwasserstand es erlaubt, die Verstrebungen bis zu den Uferfesten in u, bezw. bringt noch Strebhölzer t_1u zwischen den äußeren (oder allen) Streckbalken und den Uferfesten an, verbindet also das Hängwerk mit einem Sprengwerk.

b. Sind die Ufer hoch und fest (Felsen, Widerlagsmauern), so ist ein Sprengwerk vorzuziehen, d. h. ein Bau, bei welchem das Brückengerüste AB (Fig. 58) durch die auf die Uferpfeiler gestützten Streben ab und cd getragen wird.

Fig. 58.

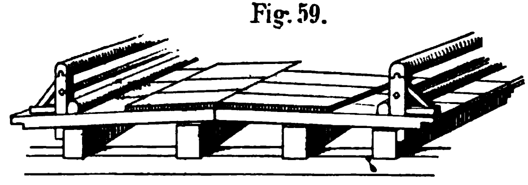


Auch hier genügt bei Spannweiten unter 10 m für das Befahren mit leichterem Fuhrwerk eine Verstrebung aller Streckbalken, in $1/4$ oder $1/3$ s (z. B. in m und n) oder in der Mitte der äußeren beiden, an einem Unterzug bc, welcher auch die Zwischenbalken stützt.

Bedarf es größerer Verstärkung, bezw. ist die Spannweite größer, so läßt man die Strebbalken (nicht unter 22—24° Neigung) gegen 2 Unterzüge (m und n) richten, welche unter sich durch einen zwischenliegenden Spannriegel getrennt entweder mit allen Streckbalken verschraubt sind oder die inneren als Losbalken tragen. Die Hirnflächen der Strebbalken pflegt man wegen der Stöße hart auffahrender schwerer Fuhrwerke mit Metallplatten zu verlegen. Die Strebbalken sollen in der Stärke den Streckbalken nahe kommen; nur bei mäßiger Länge derselben sind die Sprengwerke zuverlässig.

Die Brückenbahn besteht bei schwächerem Verkehr aus 6—10 cm starken Bohlen aus Eichenkern- oder gutem Kiefernholz, lang genug, um das Brückengerüste um 0,3 bis

Fig. 59.



0,5 m über die Streckbalken hinaus zu decken oder um (in halber Länge) gegen die Bahnmitte in Wechselstößen verlegt und aufgenagelt zu werden. Starker Verkehr heischt 10—15 cm starke Bohlen und darüber, ihre Fugen und Stöße deckend, eine zweite Lage dünnerer Bohlen in Fahrbahnbreite (Spurbohlen).

Durch größere Höhe der Mittelbalken (bezw. Aufnageln von Querleisten) erzielt man einige Neigung der Brückenbahn nach beiden Seiten für den Wasserablauf.

Die Saumschwellen, zu 20—25 cm beschlagene oben abgekantete Hölzer, welche

über den äußeren Streckbalken mit ihnen verschraubt auf der Brückendeckung laufen, halten letztere fest.

Für jede hölzerne Brücke ist sorgfältige Auswahl gesunden trockenen (seit Jahresfrist gefällten) Holzes, saubere pünktliche Fügung, dauerhafte Befestigung mit neuem rostfreiem Eisenwerk, weiterhin fleißige Nachschau und zeitiges Auswechseln schadhafter Teile streng geboten. Häufige Nachbesserung ist eine ihrer größten Schattenseiten, darf aber nie verzögert werden.

§ 36. Sicherheitsanlagen. Alle ständigen größeren Weganlagen, welche über Wasserläufe hinweg, an Gewässern, Abstürzen und steilen Hängen vorbeiführen oder hoch über dem Boden angelegt sind, müssen an ihrem Rande mit Schutzvorkehrungen versehen werden. Diese sind

1. künstliche Einfassungen aus Holz, Stein, Eisen und Verbindungen derselben; hölzerne Geländer aus Rundpfosten, zugespitzt, angekohlt und in heißen Holzteer getaucht oder imprägniert, mit eingezapftem oder aufgeschraubtem Geländerholm und in halber Höhe eingefügten oder aufgenagelten Riegelhölzern. Sie sind billig, aber nicht dauerhaft; schon besser behauene steinerne Pfosten, mit dem rohen Fuß (Boßen) eingemauert, mit eingefügten Riegelhölzern und aufgelegtem Holm.

Bei Holzbrücken werden die 20—25 cm starken brusthohen Geländerpfosten mit je 3—4 m Abstand, durch die Brückendeckung greifend, an den Streckbalken befestigt und durch Büge aufrecht und festgehalten; der Geländerholm, eingezapft und aufgeschraubt, 15—20 cm stark, verbindet die Pfosten wagrecht, die Riegelhölzer, 8—10 cm stark, rund oder vierkantig, laufen in halber Höhe durch die Pfosten.

Nach völliger Abtrocknung im Sommer dreimaliger Holzteer- oder Oelfarb-Anstrich.

Abweis- oder Prellsteine, rauh zugerichtete Felsstücke, innerhalb des Straßenrandes breitfüßig auf je 2—5 m Abstand eingesetzt und ummauert, an Hauptwegen durch kantig behauene Steine ersetzt.

Brüstungen (an gefährlicheren Stellen) aus zusammengefügten Felsblöcken oder Trockenmauern, mit Wasserdurchlässen oder freien Zwischenräumen zur leichteren Abtrocknung der Fahrbahn.

Brustwehren auf Doppeldohlen oder gewölbten Durchlässen, in Zement gemauert oder besser massiv aus größeren Felsblöcken gearbeitet, beiderseits aus einem Stück oder gutgefügt und durch eingebleite Eisenklammern verbunden, wenn lang, mit Wasserdurchlässen.

2. Natürliche Einfassungen. Lebendige Hecken (Zäune) schützen und befestigen nach wenigen Jahren offene sonnige Wegränder, sind billig, ausdauernd und genügen in vielen Fällen, sind aber pflege- und lichtbedürftig (Hainbuche, Weißdorn, Hartriegel, Rainweide, Fichte, Taxus u. s. w.).

Die Randpflanzung mit Bäumen, in der Ebene beiderseits wechselständig, im Gebirge thalseits, außerhalb der Straßenkante, hochstämmig, zeitig vor jungem Nachbarbestand in tiefgelockerten Boden richtig eingesetzt, gibt Schutz und willkommenen Schatten, hält äußerste Nässe und Trockenheit fern, gewährt örtlich selbst im Walde noch Nebenerträge und ziert die Landschaft. Anschüttungen bepflanzt man erst nach mehreren Jahren wegen des ungleichen Setzens. An Dämmen gegen Hochwasser keine Bäume — ihre Wurzeln lockern sie, öffnen dem Wasser die Wege.

Anpfählen, Festbinden der Bäume, Umbinden von Reißig und Dornen gegen Streifen der Fuhrwerke, gegen Verbeißen, Rindenbrand u. s. w.

Als Schutzmittel der Waldbesucher baut man abseits der Wohnsitze an gutgelegenen (windstillen, trockenen) Plätzen nächst der Fahrwege (oder bei Quellen) Blockhütten zur Unterkunft oder zum Ausruhen, zum Einstellen von Pferden, zur Aufbewahrung von Geschirr. —

VI. Gestaltung der Wege nach örtlichen Verhältnissen.

§ 37. Innerhalb der Waldungen kann die Holzbeibringung an die Fahrwege und Lager- (Polter-)Plätze auf besonderen einfacheren Bahnen mit kleineren Fahrzeugen oder ohne solche, mit Zugtieren, von Hand oder mit mechanischen Kräften betrieben werden. Für derartige örtlich bedingte, manchmal längst eingelebte Bringungsweisen werden schmale Bahnen teils mit wenigen einfachen Mitteln zu zeitlichem Gebrauch hergestellt und nachher verlegt oder notdürftig unterhalten, teils Hauptlinien geräumiger und dauerhafter zu ständigem Betrieb hergerichtet. Mechanische Einrichtungen, welche in ähnlichem ausschließlichem Selbstbetrieb mit eigenartigen Fahrbahnen und Fahrzeugen stehen, sind in neuerer Zeit hinzugekommen und erfordern eine eingehende Würdigung.

Es zählen hieher 1) die Schleif-, 2) die Schlitt-, 3) die Ries- und 4) die Schienenwege.

Diese Bringungsanstalten in eigenem Fahrbetrieb, gewöhnlich zugleich in engster Verbindung mit der Holzhauerei, fordern andere Gefällverhältnisse, Bau- und Benutzungsweisen als die gewöhnlichen Fahrwege und beanspruchen die wenigste Baufläche.

§ 38. Schleifwege. In steilere Querthäler hinauf oder mitten in größere Holzschläge, wohin kein Fuhrwerk gelangen kann, lassen sich 2,5 bis 3 m breite einfache Wege mit 7 bis 15 % Gefälle führen, welche nach der Stockrodung und Verebnung einen groben Steinbeleg mit Uebererdung oder Ueberkiesung, offene Wasserabzüge aus Holz- oder Steinschwellen erhalten und der Bodenausformung in solchen Kurvenzügen folgen, daß auf denselben Stämme und Klötze an einem Vorderwagen hochgehängt und auf dem Lotbaum mit Zugtieren (am besten mit Ochsen) zu den Fahrwegen (bezw. den Polterplätzen) beigeschleift werden können. Für Winterbahn bedarf es nur einer leichten Schneedecke, für Sommerbahn bei schwachem Gefälle (7—10 %) müssen Querhölzer — „Streichrippen" — von 20—30 cm starken Buchen- oder Nadelrundhölzern, für Kurzholz je auf 2—3, für Langholz auf 3—6 m Abstand eingelegt und bei großer Trockenheit begossen oder eingefettet werden. Nasse Bodenstellen werden stärker übersteint oder wie die Schluchten und Gräben mit Rundholz überbaut, welches in der Wegrichtung der Länge nach eingelegt und beiderseits mit „Streckbäumen" so überhöht wird, daß die geschleiften Hölzer innerhalb der Bahn bleiben. Durchgängige Einfassung mit solchen Streck- oder Wegbäumen für Winterbahn und längs offenen Abhängen. Bahnerweiterung an der Einmündung in eine Fahrstraße oder einen Lagerplatz (Wendplatz, Schwenke).

§ 39. Rieswege. Sollen ganze Stämme oder längere Stücke bergab durch selbstthätiges Fortgleiten am Boden mittelst des Eigengewichts zum Polterplatz (der Floßstätte) gefördert werden, so bedarf es ebenfalls kunstgerecht angelegter Wege, welche man „Riesen" nennt [46]). Sie sind entweder ständige Erdbahnen mit Holzverbauungen, auch mit Seitenmauern und Steinbohlen: Erdriesen, Riesswege — oder unständige aus Stangen, Stammstücken, Dielen gefügte Hohlrinnen: Holzriesen.

Die Rieswege dienen vorzugsweise zur Förderung ganzer Nadelholzstämme, welche man durch Entasten und Entrinden zu glätten sucht, beginnen mit der Einkehr (Riesmund) in stärkstem Gefälle, ziehen sich als geebnete Gleitbahn von 1,5—2,5 m Breite in möglichst gestreckten Krümmungen und mäßigen Gefällwechseln längs den Berghängen herab in das am Ablageplatz mit geringstem Gefälle verlaufende Riesende. Sie heischen einen erdigen, weder zu steinreichen, noch zu lockeren oder rutschigen (beweglichen) Boden mit Neigungsverhältnissen, welche der Bahn

46) Ueber Riesweg-Anlagen sehe man: Verh. d. bad. F. Vereins v. 1858 Beil. I. S. 139; Z.Bl. f. d. g. F.W. v. 1875 S. 293 u. S. 584; G. R. Förster, D. forstl. Transp.W. Wien 1885 S. 24 u. ff.

für Winterförderung mindestens 8—10 %
„ Sommer „ „ 15 „

Gefälle geben lassen.

Das Gefälle darf wechseln — die Bedingung, den langen Stämmen gestreckte Rieslinien zu bieten, ist auf gebuchtetem Gelände ohne Gefällwechsel unerfüllbar. Allzu rascher Lauf der Stämme läßt sich auf der Winterbahn durch Aufstreuen von Erde oder Reißig mäßigen, zu schwacher Lauf durch Schneeaufschüttung oder Benetzung (Eisbahn), auf trockener Sommerbahn (geringes Gefälle, leichte Stämme) durch Eindecken mit grünem Tannenreis oder durch Querlagen von Holztrummen beheben. Vor jedesmaligem Gebrauch wird die ständige Riese beiderseits mit verkoppelten und durch Verpfählung gehaltenen Stämmen belegt, an Bogenlinien mit „Wehren" von zwei- und dreifachem Beleg. Wo ein Gegenzug nötig wird (Kehre), mäßigt man das Gefälle, errichtet ein kurzes niederes Wehr, worauf die Stämme anlaufen, davor eine geneigte Ebene, über welche sie abrollen, um von da in entgegengesetzter Richtung auf der stärker abfallenden Bahn wieder fortzulaufen.

Je länger die Riesbahn ist und je stärkere und mehr Stämme von einem Holzschlag darauf zu fördern sind, desto geringer fallen die Förderkosten für den Stamm aus.

Auf ständigen Riesen beschränken sich die Holzverbauungen auf die Wehre und die Auspritschungen von Gräben und Mulden.

Die unständigen oder Holzriesen sind in ganzer Länge aus Holz gebaute Rinnen und zwar

die Brennholzriesen aus geringen Dielen zusammengefügte, in ausgeschnittene Holzscheite eingepaßte, in einander geschobene Gefache,

die Stamm-, Klotz- und Stangenholzriesen aus stärkeren oder schwächeren Rundhölzern beiläufig im Halbkreis gefügte Rinnen, welche je nach der Bodengestaltung und dem Riesgefälle bald auf dem Boden auflagern, bald auf Holzunterlagen (Jochen und Verstrebungen) hinlaufen. Sie sind Trocken- oder Naß-, bezw. Schnee- oder Eisriesen, letztere mit dem geringsten Gefälle.

§ 40. **Die Schlittwege.** Um das Kleinholz auf leicht gebauten Schlitten durch die Arbeiter selbst aus den Holzschlägen auf die Verladplätze oder an die Floßbäche zu bringen, legt man einfache Erdbahnen von etwas über Schlittenbreite, 1⅓—2 m, als Schlitt- oder Ziehwege mit solchem gleichförmigem Gefälle (nicht unter 7, höchstens 18 %) an, daß der Schlitten mit arbeitlohnender Ladmenge ohne Anstrengung im Ziehen oder Hemmen und möglichst gefahrlos im raschen Schritte bergab geführt und leer bergauf getragen werden kann.

Von einem Lagerplatz, wo das Holz in Raubeugen geschichtet liegt, läuft der Schlittweg in großen Krümmungen aus dem Schlaginneren, wo nötig in kurzen Kehren (Reiben), ohne schroffe Wendungen der nächsten Thalsohle und auf dieser der Abziehstelle an einem Fahrweg oder Lagerplatz zu. Rieswege können dazu mitbenutzt oder doch streckenweise darauf eingerichtet werden. Wie diese ist der Ziehweg entweder für die Winterbahn mit 7—14 % Gefälle gebaut und eingestängt (mit Wegstangen eingefaßt) oder für die Sommerbahn auf offenem Boden mit 20—25 % angelegt, unter 20 % mit Nadelreisig belegt, unter 15 % mit eingelegten Quer- oder Streichrippen von Buchenscheitern ausgerüstet, welche von Zeit zu Zeit eingefettet werden (Schmierwege). Nasse Orte und Einsenkungen werden mit einem Leitersteg überbrückt, welcher beiderseits auf einer hölzernen Spundwand ruht und bei größerer Länge mit einem oder mehreren Holzjochen (Archen) gestützt ist; schmale Wasserläufe werden überdohlt. Die Schlittwege lassen sich auch zum Fördern von Sägklötzen (Blochen) und von Stangenholz auf stärker gebauten Ziehschlitten einrichten[47].

---

47) Derartige Schlittweg-Anlagen bestehen in den Vogesenwaldungen seit langer Zeit. Nä-

§ 41. Die Waldeisenbahnen. Die bisher geschilderten Bringungsweisen und Bahnen der Forstwirtschaft stützen sich teils auf mechanische bewegende Kräfte, welche menschliche Anstrengungen mit beanspruchen, teils auf tierische Zugkräfte, welche nicht überall anwendbar, nur zeitweise verfügbar und dabei oft zu kostbar und nicht verlässig sind. Dazu muß der Waldbesitzer kostspielige Wegnetze bauen und teuer unterhalten, viele Bodenfläche der Holzerzeugung entziehen, ohne die Ansprüche großer Holzkäufer ganz zu befriedigen. Letztere wollen heutzutage, gewöhnt an das große Verkehrswesen, auch die forstlichen Rohstoffe rasch, billig, ganz und unversehrt, ohne Zwischenverlust nach Bedarf beziehen. Die großen Schienenwege legten eine Nachahmung in kleinerem Maßstabe nahe und diese Aufgabe näherte sich ihrer Lösung, als man es versuchte, für schmalspurige Bahnen entsprechende kleine Fahrzeuge zu bauen und beim Gebrauch eine der Tragkraft der Bahn und der Fahrzeuge angemessene Lastenverteilung eintreten zu lassen. Die Fortschritte der Eisenindustrie und des Maschinenbaues erleichterten die Ausführung und ein großer Wettbewerb bietet bereits die willige Hand, um allen Anforderungen des forstlichen Betriebes zu genügen.

Die Vorteile dieser Förderungsweise bestehen

1. in der großen Ersparnis an Baufläche,

2. der Einfachheit, Raschheit und Billigkeit der Bahnanlage mit kleinstem Bahnkörper,

3. der leichten Durch- und Ueberbauung bahnkreuzender Hindernisse in den Haupt- und der Einlenkung der Seitenrichtungen,

4. in der besseren Regelung und der Ermäßigung des Einheits-Frachtsatzes im Vergleich mit der schwerfälligeren Beifuhr auf ausgebauten Fahrwegen mit Mietfuhrwerken[48]),

5. in der Einfachheit des von der Jahreszeit und den Fuhrleuten weniger abhängigen Lieferungsbetriebs mit kleinen tragbaren Fahrzeugen,

6. in der leichten, weniger gefährlichen Be- und Entladungsweise mit ebenfalls tragbaren handlichen Hebzeugen,

7. in der mannigfaltigeren Anwendung von Zug- oder Triebkräften und der leichteren Verbindung mit anderen Förderungsweisen,

8. in der größeren Schonung der Arbeiter und der Arbeitstiere, der Bahnen und Fahrzeuge.

Diese Vorteile fallen aber nicht alle gleichzeitig und überall in die Wagschale, denn der Einführung entgegen ist

1. der große Aufwand der ersten Einrichtung, besonders für ständige Bahnen,

2. die Beschränkung auf Geländeverhältnisse, wo die erforderlichen engen Gefällgrenzen anwendbar oder keine zu große Umwege nötig sind,

3. die in vielen Gegenden mit zahlreichen Wohnsitzen unvermeidliche Zersplitterung der Abfuhr nach vielen Richtungen,

4. der geringe Gewinn der Unternehmung auf kurzen Strecken und für kleine Jahreserträge (Besitzzersplitterung in bunter Gemenglage),

5. die Umständlichkeit der Rückfahrt mit den entladenen Fahrzeugen.

Ständige Waldbahnen eignen sich daher vorzugsweise für die Ablieferung großer nachhaltiger Nutzungen in bestimmter Richtung und auf weite Strecken von 5 und mehr Kilom., an Orten, wo Fuhrwerke und Zugtiere mangeln oder sehr teuer sind, wo der Bau

---

heres über Schlittwege bei Jägerschmid a. a. O., I. B. S. 282, forstl. Mitth. des k. bayr. Min. f. B. III. B. 1. H. Verhandl. d. bad. F.V 1879 S. 29.

48) Auf wagrechter Fahrbahn verhält sich der Aufwand an Zugkraft für einen Schienenweg gegenüber einer Stein- oder Erdbahn bekanntlich wie 1 : 5 : 16; sinkt dies Verhältniß auch auf 1 : 2 : 5 schon bei 2% Steigung, so bleibt der Vorteil noch gewichtig genug, wo große Massen weit zu verbringen sind.

von Fahrwegen ebenfalls großen (bezw. größeren) Aufwand zumutet, wo ein Anschluß an große Wasserstraßen oder an Eisenbahnen sich bietet, auch wo die Industrie und der Holzhandel entgegenkommen.

Fliegende Bahnen sind am Platze, die ständigen zu speisen, wo ein mehrjähriger großer Lieferungsbetrieb auszuführen, an Orten, deren Lage und Boden einer ständigen Anlage ungünstig oder dort, wo die Einträglichkeit der letzteren noch zweifelhaft ist.

Die Waldbahnen dienen nur ausnahmsweise dem Personenverkehr und keiner Förderung wertvoller empfindlicher Güter. Ihre Einrichtungen und ihr Betrieb können daher sehr einfach, rein auf Ort und Zeit bemessen und geordnet sein und binnen kurzem einer Neuordnung unterliegen. Sie bedürfen zu ihrer Bedienung nur weniger Mannschaft und Zugkräfte, deren größere Zahl auf Geding arbeitet.

Trotz aller Einfachheit war und bleibt dennoch, bevor man zu leistungsfähigen Bausystemen gelangte, manche entscheidende Frage auf dem Wege des Versuchs und der Rechnung zu lösen, insbesondere bezüglich

A. der Bahnanlagen im Unter- und Oberbau,

B. der Fahrzeuge, ihres Materials, der Ausmaße und Formen, der Verbindungen von Unter- und Oberwagen und zu ganzen Zügen, der Lade- und Anspannvorrichtungen,

C. der Hebzeuge, ihres Baues und ihres Gebrauchs,

D. der sonstigen (auch baulicher) Ausstattungen.

§ 42. Der Unter- und Oberbau. Für eine ständige Bahn muß der Unterbau durch Erd- und Steinarbeit wie bei jedem Wege beschafft werden, es kommen also für das Abstecken der Zugslinien nach Richtung und Gefälle, Rodung der Baufläche, für Ab- und Auftrag, Abböschung, Wasserableitung, Ueberbauung von Mulden und Rinnen die gewöhnlichen Grundsätze und Regeln zur Anwendung. Nur bedingt die geringe Bahnbreite viel weniger Arbeit und Aufwand und genügt eine einfache Erdbahn mit schwacher Stein- oder Kiesaufschüttung; ferner sind noch Krümmungshalbmesser von 5 m zulässig und können Bodenunebenheiten mit starken Holzjochen, ähnlich wie bei Rieswegen, überbaut werden, mit Leitpfaden, welche dem Gelände folgen, für die Förderung mit Zugtieren.

Zum Unterbau fliegender Bahnen genügt bei günstigem Boden eine einfache Verebnung ohne Gefällausgleichung und ein Unterlegen der Schwellen mit Steinen oder Holzstücken.

Bei der Einführung in einen Großbetrieb muß über die Zahl und Richtung der festliegenden oder Stammbahnen ein Schienennetz entscheiden, welches die haubaren Bestände durchschneidet oder doch berührt. Geradlinige Züge haben den Vorzug, bestehende günstig gelegene Verkehrswege sind möglichst zu benützen.

Der Oberbau, d. h. das aus Schwellen und Schienen gebaute Bahngeleise nebst Weichen, Drehscheiben u. s. w. beruht auf dem Lang- oder Querschwellen-System. Ersteres ist nur ratsam für ständige Bahnen auf Straßen oder sonstiger sicherer Unterlage, jedoch streckenweise geboten zur Ueberschreitung tieferer Stellen. Es läßt seine in der Zugsrichtung verlegten Langschwellen selbst als Schienen verwenden oder erlaubt doch einfache billige Flachschienen, aber es gibt leichter nach (Senkung der Geleise, Aenderung der Spurweite und des Gefälles), verlangt besseres und stärkeres Holz, hindert den Wasserablauf. Das Querschwellensystem dagegen erlaubt geringeres Holz als Unterlage, verhindert starke Verdrehung des Holzes, hält besser die Spurweite, ist also sicherer, bedingt aber die kostspieligere Profilschiene.

Die Schwellen sollen möglichst tragfähig sein, den Druck der Wagen und Ladungen auf den Untergrund verteilen, die beiden Schienenstränge in der Spurweite halten und mit ihnen zu tragbaren „Jochen" sich verbinden lassen. Ihr Widerstand gegen Durchbiegen, Verdrehen, Zerspringen vermehrt die Sicherheit des Fahrens, ihr geringes Gewicht

bei größter Stetigkeit, Dauer und Elastizität die Verlegbarkeit und Fahrbarkeit. Ob Holz- oder Eisen(Stahl)-Schwellen, liegt noch in Frage.

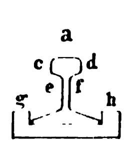
Für erstere spricht ihre Billigkeit und Elastizität, die Leichtigkeit des Verlegens und Ersatzes, des Verschraubens mit den Schienen – für die (fluß-)eisernen Schwellen die längere Dauer (Durchbiegungen sind mit dem Hammer zu beseitigen), die Gleichmäßigkeit des Stoffes, der Form und Verbindungen.

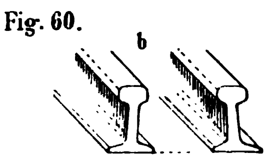
Ausmaße der Querschwellen

	von Holz	von Flußeisen
	für 60 cm Spurweite festen Geleises	
Länge	100 cm	90—100 cm
Breite	15—18 „	8—12,5 „
Höhe	12—15 „	7—8 „ (Trogform)
Stärke	—	4—5 mm
Gewicht	3,0—3,5 Kg	3,5—4,0 Kg p. Stück.

Den Schienen wird viel zugemutet; sie sollen leicht und dennoch stark, müssen also von bestem Stoff sein: fehlerfreier Bessemer Walzstahl (kein Schmiedeisen). Als beste widerstandsfähigste Profilform wird fast allgemein jene der sog. Vignolschiene (Fig. 60a) empfohlen, deren breiter Fuß große Standfestigkeit, leichte Verbindung mit der Schwelle und deren runder Kopf leichtes Laufen der Räder gewährt. Gegen seitliches Ausbiegen der Schienen schlug Haarmann-Osnabrück die um 8—10 % schräge Form mit breiterem Fuß nach außen (Fig. 60b) vor. Die Ausmaße der bisher im Betrieb gebräuchlichen Schienenprofile sind meist

Fig. 60.





60—70 mm ganze Höhe
20—25 „ Kopfbreite (cd)
5—6 „ Stegstärke (ef)
50 „ Fußbreite (gh)

mit 6—8 Kg Gewicht auf 1 m.

Die Tragfähigkeit der 7 Kg-Schiene bemißt sich im Gewicht der beladenen Wagen nach dem Schwellenabstand

	von 1 m	1,5 m	2 m
zu	2600	1400	1000 Kg
bei der leichteren 6 Kg-Schiene			
zu	2200	1200	750 „

Für Stammbahnen muß, zumal auf geneigter Bahn mit öfterem Gefällwechsel und über 1,5 m Freilage der Schiene das Ausmaß leichte sichere Fahrt versprechen, bei fliegenden Bahnen ist leichte Verlegbarkeit wichtiger — also Verschiedenheit der Ausmaße oder der Schwellenabstände. Die Prüfung auf die innere Güte und Tragfähigkeit muß einem Sachverständigen anvertraut werden (eine bewährte Bezugsquelle erleichtert sie)!

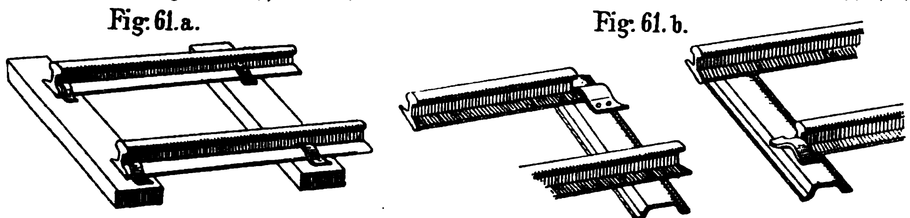
Auf den Querschwellen werden die Profilschienen paarweise genau in der gleichen Entfernung — „Spurweite“ (entsprechend der Räderachse) — gut befestigt, so daß weder in der Länge- noch Seitenrichtung Verschiebungen oder Hebungen eintreten können. Die Befestigung ist sehr verschieden, zwischen Holz- und Eisenschwelle wie unter sich: bald mit Haken, Klammern und dergl., bald mit Schrauben und Klemmplättchen, bald mit Vernietungen; grundsätzlich mit geringster Schwächung der Schwelle und Schiene. Wichtig ist der Abstand der Schienenpaare (die Spurweite) und der Querschwellen, die Länge der Schienenstücke und ihre Verbindung („am Stoß“ d. h. an ihren Enden) zum fortlaufenden Schienenstrang.

Die Spurweite muß sich nach der Schwere und Größe der Ladung und der Höhe des Schwerpunktes der letzteren über dem Boden richten, da mit beidem bei gleicher Spur die Gefahr des Umkippens steigt.

Kleinere Spur vermehrt diese Gefahr, besonders in Kurven. Große Spur jedoch mindert die Beweglichkeit, mehrt die Reibung und Abnutzung, erhöht die Breite der Bahn, das Gewicht der Joche und Fahrzeuge, vermehrt also die Bau- und Anschaffungskosten. Bisher hat man meistens 60, seltener 70 cm Spurweite gewählt und erstere als sehr entsprechend gefunden. Sollte für die bisher noch seltenen Gebirgsbahnen die größere Spur von 70 oder mehr cm zur größeren Stetigkeit der Bewegung nicht bedingt sein, so wäre es sehr ratsam, 60 cm als Normalspur allgemein anzunehmen.

Die Verbindung eines Schienenpaares mit 2 bis 4 Querschwellen nennt man „Joch“: Fig. 61a mit „liegendem symmetrischem“, Fig. 61b mit „diagonalem oder Wechselstoß“.

Fig: 61.a. Fig: 61.b.



Bei starken Schienen genügt ein Abstand der Schwellen von 2 m, bei schwächeren von 1,5 m. Je weiter derselbe, desto mehr ist die Schiene der Verbiegung nach außen und unten sowie der Lockerung ausgesetzt. Die Länge und Schwere eines Jochs soll aber zur leichten Verlegung beweglicher Geleise im Holzschlage die Tragfähigkeit eines Arbeiters nicht übersteigen (35 bis 45 kg). Die Jochlänge von 3 m mit 3 Schwellen und leichteren Schienen dürfte daher hier noch entsprechen. Für ständige Geleise sind längere Joche (etwa bis 5 m mit 4 oder 5 Schwellen) besser, weil das Verlegen seltener geschieht, zwei Mann ein solches Joch (70—75 kg) noch tragen können und der Schienenstrang aus weniger Stücken besteht (fester und fahrbarer wird).

Zwei Joche sollen nämlich an ihrem „Stoß“ sich leicht verbinden, wieder loslösen und doch in ebener Flucht festhalten lassen. Die für Legen, Verlegen und Fahren sehr wichtige Verbindung am Stoß wird bald mit Verbindungsklammern und durchgreifenden Bolzen, am Ende der einen Schiene angenieteten und unter das schräge Ende der folgenden geschobenen Laschen, bald mittelst Klemmung in einem elastischen Metallschuh, worein die nächste Schiene mit raschem Stoß einzuführen ist, bald mit drehbaren „Gleitnasen“ angestrebt (z. B. Fig. 62 a und b). Zwei neuere Verbindungsweisen (aus Osnabrück herrührend) deuten Fig. 62 c und d an[49]).

Sind die ersten Schienen gelegt, Rollwagen darauf gestellt und mit Schienen beladen, so werden sie von Hand mit dem Fortschreiten des Verlegens nachgeschoben, wenn entleert, auf die Seite gestellt und durch neue beladene Wagen ersetzt. So kann bei einiger Uebung der Arbeiter aus den Jochen ein Schienenstrang von 1 km binnen 2 bis 2½ Stunden verlegt und umgekehrt wieder aufgenommen werden.

Entweder läßt man die Stoßverbindungen eines Schienenpaares beide auf der Querschwelle ruhen — „liegender Stoß“ (Fig. 61) — oder zwischen zwei Querschwellen fallen —

49) Bei 62c hat der Durchschlag bei b, der jenseitige Laschen-Durchschlag und der vertikale Bart des Schlüssels a ovale Form, eine Viertelsdrehung des Schlüssels schließt daher hinter der jenseitigen Lasche zu. Bei 62d wird das Schienenende op mit seinem Ausschnitt niedergesenkt und in den Stift mn am Ende der anderen Schiene mit bogenförmiger Bewegung eingehängt. Beides gestattet rasches Legen und Umlegen.

„schwebender Stoß" (Fig. 62c), letzteres gerne bei festen Bahnen, weil die Fahrzeuge leichter darüber gehen sollen.

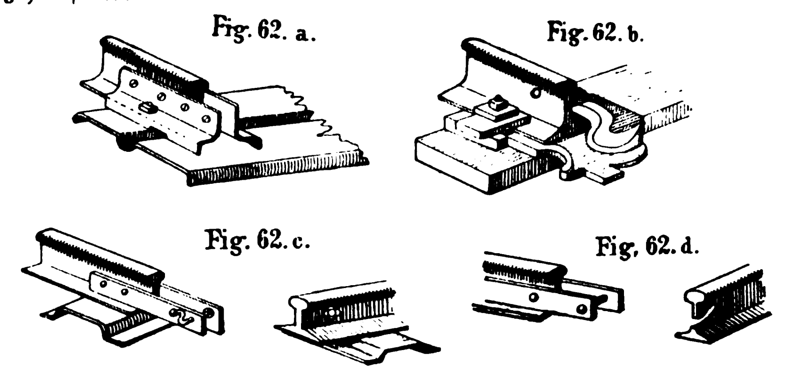


Fig. 62. a. Fig. 62. b. Fig. 62. c. Fig. 62. d.

Um die Verlegung der Joche vorwärts und rückwärts zu ermöglichen und dabei eines drehen zu müssen, zieht man vor, die Stoßverbindung wechselständig, je 1 an jedem Jochende (Fig. 61b) anzubringen — „diagonaler Stoß."

Fig. 63.

Die Herstellung von „Trapezjochen" ab..ef von bestimmter Länge und Winkelbildung (Fig. 63)[50]) gestattet Kurvenzüge innerhalb eines gewissen Spielraums größerer Halbmesser und von kleineren oder größeren „Kurvenjochen" gh .. lm Bögen in engerem Halbmesser. Ihre Anwendung muß eingeübt sein. Sie erlauben den Geländebiegungen ohne große Erdarbeiten zu folgen.

Zur Vermittlung zwischen zwei Schienensträngen dienen besondere Vorrichtungen:

1. Kreuzungen (Fig. 64),
2. Wendplatten und Drehscheiben (Fig. 65),
3. Geleis- oder Schienenbrücken (Fig. 66) und
4. Weichen (Fig. 67—68).

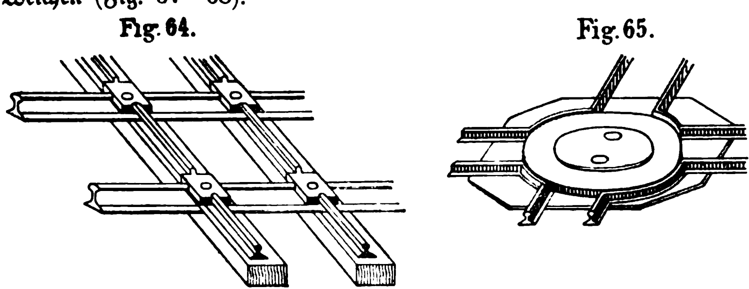
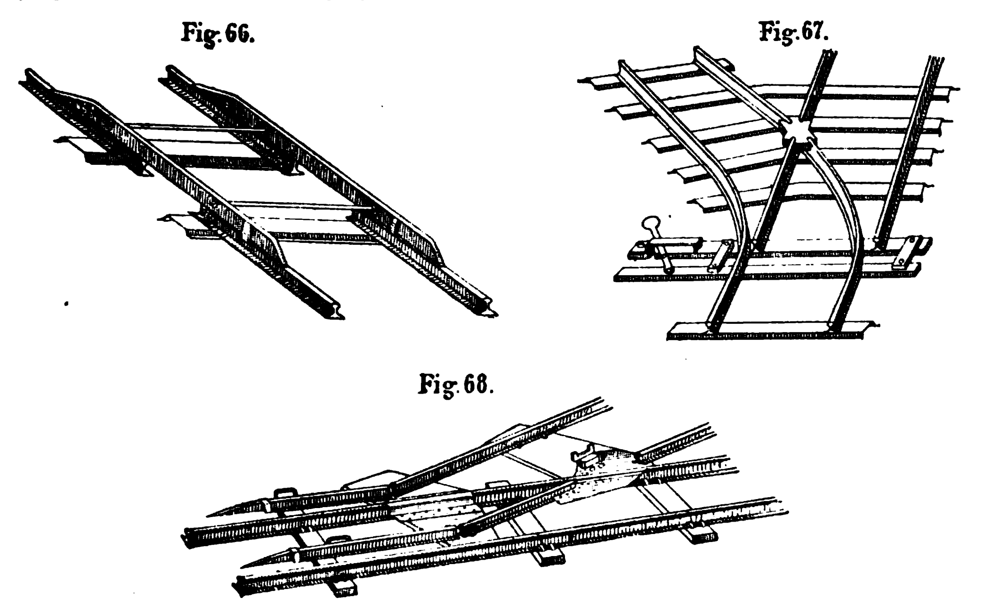


Fig. 64. Fig. 65.

Mittelst der Kreuzung können zwei feste Bahnen im rechten Winkel auf gleicher Wegebene im Dienste thätig sein, mittelst Wendplatten einzelne beladene Wagen aus der einen in die andere Richtung übergeführt werden (z. B. auf engen Lagerplätzen), mittelst Schienenbrücken zwei begegnende fliegende Bahnen vorübergehend verbunden oder die eine über die andere hinweg gelegt werden. Die Weichen sind entweder so gebaut, daß ihre Schienen in der Höhe des übrigen Geleises laufen — „Schleppweichen" (Fig. 67) und mit einfachem Handgriff oder Druck des Fußes angezogen oder entfernt werden können oder für fliegende Geleise

50) Eingeführt vom Georg-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein Osnabrück.

als „Kletterweichen" (Fig. 68), welche an beliebiger Stelle eines liegenden Stranges aufgelegt, von einem Seitenstrange her die Fahrzeuge auf ersteren hinauflaufen lassen. Ihr


Fig. 66. Fig. 67. Fig. 68.

Gewicht von beiläufig 50 kg erfordert nur einen Mann zum An- oder Fortbringen von Hand. Dolberg's selbstthätige Weiche empfiehlt sich durch sinnreiche brauchbare Konstruktion.

§. 43. Die Fahrzeuge. Diesen leichten einfachen Einrichtungen der Bahnen müssen auch die Fahrzeuge nach ihrem Material, Gewicht, Bau und ihren Maßverhältnissen entsprechen. Der forstliche Betrieb verlangt nur mäßige Geschwindigkeit, aber leichte Gebrauchsfähigkeit, Stärke und Dauerhaftigkeit. Laden und Entladen soll sich rasch und gefahrlos, ohne Schaden durch plötzlichen Druck und Stoß, vollziehen. Für die geringe Spurweite taugen nur niedrige kurze Gestelle mit gedrungenem Bau, stark und leicht, wohl bemessen in jeder Hinsicht, um auch die nachgiebigeren oft gefällungleichen fliegenden Bahnen ungefährdet zu durchlaufen.

1. Das Rädergestell muß (wie bei den Schienen) von vorzüglichster Güte sein, weswegen weicher Tiegelgußstahl allem anderen vorzuziehen ist. Die Achsenlänge und Stärke ist durch die Spurweite und den Anspruch auf Tragfähigkeit gegeben — der Raddurchmesser meistens zwischen 27 und 35 cm (kleinere Räder für Gebirgsbahnen — für leichteres Laden, stetigeres sicheres Fahren). Einflanschige Räder (d. h. mit einem Spurkranz) haben geringere Reibung, zweiflanschige bieten mehr Sicherheit gegen Entgleisung, weil sie beiderseits der Schienenköpfe laufen. Ob die Räder fest mit der Achse verbunden (warm aufgezogen), ob beiderseits lose auf der Achse oder nur einerseits laufen sollen, ist noch streitig. Lose Räder geben dem Fuhrwerk mehr Beweglichkeit, besonders in Kurven — aber das Auslösen eines Rades bei der Fahrt wäre auch im Walde mißlich.

Die Achsschenkel sollen in metallenen Achsbüchsen laufen, welche am Untergestell angebracht und mit zugänglichen selbstthätigen Schmiervorrichtungen verbunden sind; befinden sich die Büchsen außen, so laufen die Räder innerhalb und die Gestelle werden geräumiger aber schwerer.

Das Untergestell kann einen Rahmen aus Holz oder Eisen haben; ersterer ist leichter und billiger, aber der Abnutzung mehr ausgesetzt (reißt, bricht, splittert ab, wirft sich),

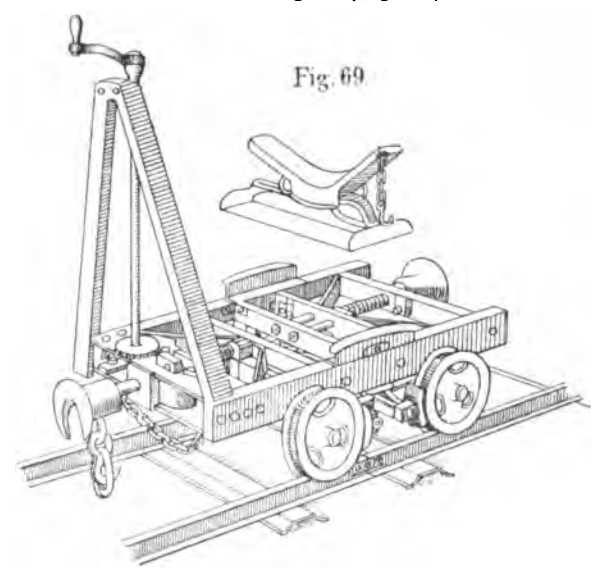
muß beschlagen, versteift werden; eiserne Gestelle rosten, verbiegen sich, verlieren ihre Schrauben, sind schwerer auszubessern.

Erwünschte Zuthaten der Gestelle sind Achsenfederungen und Buffer — welche Art die beste, muß die Erfahrung lehren. Wichtiger sind für Bahnen mit Gefälle die Bremsvorrichtungen. Sie müssen stark und fest, lenkbar und rasch wirksam sein. Bald werden besondere Wagen gebaut, mit der Bremsstange und einem Trittbrett für den Bremser vorne, um durch Anziehen der Zugbremse die Bremsklötze (aus Holz oder Eisen) an die Räder zu pressen, bald Hebelbremsen unten zwischen den Räderpaaren angebracht, zur Bedienung von der Seite; auch selbstthätige sog. Handbremsen sind erdacht, welche von oben beliebig zwischen die linken oder rechten Räder eingehängt und durch Zugleinen gehandhabt werden.

Ratsam sind dennoch immer mäßige Gefälle (nur auf kurzen Strecken über 5, nie über 9 %), um den Bremsen nicht zu viel zuzumuten.

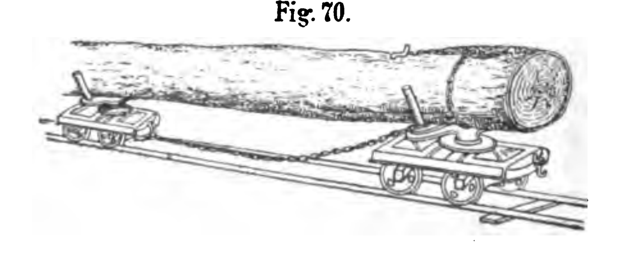
Die Anspannvorrichtungen für die Zugtiere waren anfänglich vorn an Zughaken zu seitlichem Gehen der Pferde außerhalb der Schienenwagen angebracht. Eine seitwärts an den aufgeladenen Stämmen befestigte Vorrichtung kam in Osnabrück vor Kurzem mit Erfolg zur Anwendung.

Zur vollkommenen Ausnützung des Fahrparks stellte man allgemein solche Unterwagen her, daß dieselben für jede Art von Waarenförderung mit geeignetem Oberbau ausgestattet werden können — Universalwagen (Fig. 69):


Fig. 69

1. für ganze Stämme oder Schaftstücke zur sicheren Auflagerung und namentlich zur vollkommenen Beweglichkeit wagrecht über dem den Kurven der Bahn folgenden Unter-

Fig. 70.



wagen einen Drehschemel mit Sattelform. Sein aufrechter Drehzapfen wird in der Mitte des Unterwagens eingelassen, auf dessen Drehscheibe der Schemel mit Rädern oder Rollen läuft. Zwei „Rungen", zum leichten Auf- und Abladen abnehmbar, halten beiderseits die Stämme, um welche man außerdem Ketten schlingt. Auf diesen Drehschemeln eines Wagenpaars ruhen die aufgeladenen Stämme[51]).

2. für Schnitt-, Spalt- und Brennholz (auch Stangen) wird statt der Drehschemel ein ebener kurzer Aufsatz aus Holz und Eisen auf einen Wagen, ein längerer über zweien eingezapft, mit Wänden oder geraden Rungen auf beiden Enden, zum Befestigen der Ladungen,

3. zum Aufladen von Futter, Streu, Torf 2c. dient ein gitterförmiger Aufsatz,

4. für Sand, Erde, Steine, Früchte die sog. Kippmulde, welche nach hinten oder seitswärts mittelst einfachen Mechanismus umgestürzt werden kann.

Weitaus die meisten Vorteile treten bei der Stammholzförderung zu Tage: die lenkbaren niedrigen Fahrzeuge, die leichte Verlegbarkeit der Geleise, die geringe Ladhöhe und dazu die nötig gewesene Ergänzung durch die Hebgeschirre, deren ebenfalls eine ganze Reihe konstruiert worden ist.

§ 44. Das Hebegeschirr (Hebzeug). Ein ruhiges Aufladen schwerer Stämme, ohne Gefahr für die Arbeiter, ohne Schaden für die Bahnen und Fahrzeuge und zu großen Zeitverlust bedingt die Anwendung von Hebwerkzeugen. Die Arbeiter müssen

1. mit ihnen jeden Stamm vom Boden allmählich so weit schwebend aufheben können, daß Schienengeleise unterlegt, zwei Schemelwagen darauf gestellt und unter den Stamm herangeschoben,

2. ohne jähen Ruck oder Stoß der schwebende Stamm in die Geleisrichtung gebracht und auf die Wagen niedergelassen werden kann,

3. die Hebvorrichtung muß von zwei Arbeitern getragen und gehandhabt werden können.

Die Handhabung des Geschirrs, das Erfassen der jeweiligen Sachlage und das Zusammenwirken der Kräfte beim Heben, Geleislegen, Laden, Fahren und Entladen muß geübt werden, um alle Vorteile wahrzunehmen.

Die anfänglich vielgebrauchte Heblade, eine bekannte ältere Vorrichtung, welche die Lehre vom zweiarmigen Hebel benützt, drei Arbeiter und meistens zwei Aufstellungen (am Stock- und Zopfende) erfordert, aber nicht ungefährlich ist, wurde bald durch verschiedene Zahnstangen-Winden ersetzt. Hier wird zu jeder Seite des (mutmaßlichen) Stammschwerpunkts eine starke Winde (Fig. 71) aufgestellt, deren verbindender Querbalken an Zange und Kette den Stamm soweit hebt wie die Zahnstangen reichen, worauf der Stamm unterlegt, der Querbalken gelöst und untergeschoben und nach dem Niederlassen der Zahnstangen auf ihm die höhere Hebung vollendet wird.

Fig. 71.

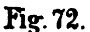
An den Schraubenwinden sind die Zahnstangen durch zwei Schraubenwerke im Holzgestell ersetzt, deren eine Spindel, beim Drehen der Welle mit der Kurbel, rechts (aufwärts), während die andere links (abwärts) geht.

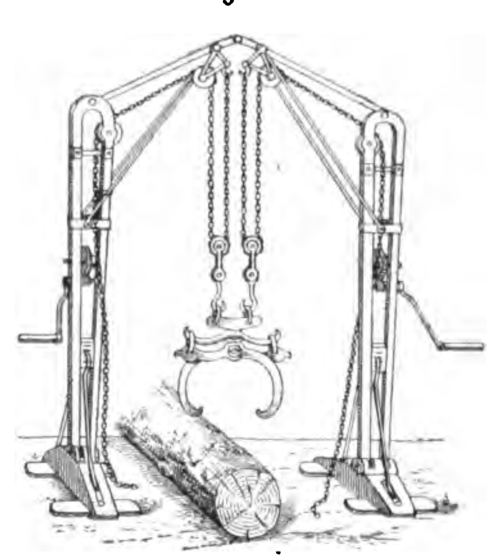
51) Konstruktionen von Drehschemeln, auch solche ohne Rungen, bestehen schon in großer Auswahl, z. B. solche, welche zum Entladen sich seitwärts umkippen lassen (und sich selbstthätig wieder aufrichten, von Krupp in Essen.

Der tragbare Krahnen besteht aus dem Krahnengestell mit Ketten- (oder Seil-) Winde, deren gebogener Arm einen Flaschenzug trägt und an seinem Ende von einer gegenüber gestellten Stütze hochgehalten wird.

Der Baumkrahnen (mit Doppelhebel)[52]) setzt sich aus zwei trennbaren eisernen Krahnenträgern mit verstellbaren Fußstützen zusammen, wird zum Gebrauch in seinen zwei Halbbogen-Enden durch einen Bolzen geschlossen, trägt an Ketten in der Mitte die sog. Teufelsklaue, welche den Stamm umfaßt und deren geaichte Ketten durch zwei Triebräder aufgenommen und durch einen Handhebel beiderseits aufgezogen werden.

Eine ähnliche Zusammensetzung zeigt die zweiteilige Zentralheblade[53]), ihre Teufelsklaue mit geaichtem Kettenzug wird jedoch durch zwei in halber Gestellhöhe angebrachte Zahnrad-Getriebe mit Kurbeln in Thätigkeit gesetzt (Fig. 72).





Aufladevorrichtungen mit geneigter Ebene, Verbesserungen der Schraubenwinde, des tragbaren Krahnens u. a. sind seither von verschiedenen Seiten vorgeführt worden.

§ 45. Die Fahrt und die Entladung. Nach dem Aufladen im Holzschlage werden die Wagenpaare mit ihren Stämmen oder Holzbeugen einzeln von Hand oder mit Zugtieren auf das Hauptgeleise geführt und dort zu Zügen durch „Kuppelstangen" von Holz (Eschen, Birken) oder Eisen zusammengehängt, die schwereren Ladungen vorne. Nach dem Bahngefälle und den Zugkräften ist die Größe der Züge bezw. die Zahl der Wagen, Größe der Ladung zu bemessen.

Auf ebener Bahn (ohne mehr Gegengefälle als 4 %) ergab die Erfahrung für zwei mittelstarke Pferde eine zulässige Nutzladung bis 13 fm Nadelholz (mit 12 Wagen brutto etwa 10000 kg). Stellen mit stärkeren Steigungen werden im Einzelzug der abgekuppelten Wagen zu übersteigen gesucht. Bei gefällreichen Strecken muß ein Arbeiter an der (bezw. an jeder) Bremse stehen, bei anhaltend fallenden Bahnlinien läßt man die Züge ohne Pferde laufen und sorgt für gute Bremsvorrichtungen.

Das Abladen erfolgt nach Feststellung der Bremsen und Lösung der Ketten durch

52) Durch Dolberg - Rostock zuerst gebracht und sogleich als sehr brauchbar befunden.

53) Aus den Werken des Osnabrücker Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenvereins, vorgeführt auf einer Ausstellung im Oktober 1885.

Hebung der Kippdrehschemel oder, wo sie fehlen, nach Entfernung der Rungen durch eingesetzte Hebel.

§ 46. Einige Litteratur über Waldbahnen außer der in § 4 aufgeführten: Dr. W. F. Exner, D. moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirthschaft. Weimar 1877. E. Heusinger von Waldeck, Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik V. Bd. v. 1878 S. 526 u. ff.: „Bahnen zur Ausbeutung von Waldungen". E. O. Schubarth, Die Feldeisenbahnen insb. Spaldings Feldeisenbahn-System im Dienste der Waldwirthschaft. Essen 1885. Oekonomie-, Gruben- und Forstbahnen mit vollständiger Ausrüstung. Vom Georg-Marien-Bergw. u. Hütten-Verein Osnabrück. Osnabrück 1885. Oest. F. v. 1883 bis 1886 (e. Anzahl v. Aufsätzen). Z. f. F. u. J. 1884, 4. H. 1885, 1. u. 4. H. Handelsbl. f. Wald-Erzeugn. 1884 u. ff. C. f. d. g. F. v. 1884, S. 421. A. F. u. J.Z. 1885 S. 293.

§ 47. **Die Verbindung verschiedener Bringungsanstalten.** Die Anwendung irgend einer Bringungsweise schließt niemals die anderen aus, vielmehr wird man genötigt, zwei oder mehrere zu gleicher oder verschiedener Zeit anzuwenden, ineinander greifen oder sich ablösen zu lassen, je nachdem die Vielgestaltigkeit des Geländes Kombinationen fordert oder begünstigt oder außerordentliche Verhältnisse der Witterung, des Absatzes, der Holzhauerei Abweichungen von der sonstigen Uebung bedingen.

Steilheit, felsige Beschaffenheit, Unzugänglichkeit für die gewöhnlichen Bauten z. B. wegen vorliegenden fremden Besitzes und sonstige Gründe können die Anlage regelmäßiger Wege von einzelnen Waldteilen ausschließen oder vorläufig nicht ausführbar erscheinen lassen. Ebenso können im Walde oder in seiner Nähe bisherige Arten oder Richtungen des Verkehrs aufhören (z. B. die Flößerei) und neue Verkehrsarten und Verkehrslinien sich darbieten (Kanäle, Eisenbahnen).

In der Ebene, wenn nasse Niederung (Sumpf, Moor) große Flächen einnimmt, versprechen die schmalen leichten Schienenbahnen eine ebenso rasche als billige Aufschließung gerade für Durchbauungen auf langen Strecken, um holzreiche Bestände so auf dem kürzesten Wege zu erreichen, während im übrigen Walde mit trockenem festem Boden das gewöhnliche Fuhrwerk auf den üblichen Waldwegen im Gebrauch bleiben kann.

Im Gebirge können langgestreckte Thäler mit Benützung bestehender Wege oder, wenn ihr Bau wegen des Raummangels zu teuer war, auf neuer schmaler Bahn durch Schienenwege erschlossen werden — auch auf Hochflächen oder an Bergterrassen Schienenwege laufen, während die Verbindungen mit den steileren Seitenthälern und den Berghängen durch Schleif-, Schlitt- oder (und) Rieswege hergestellt werden.

Haben ferner außergewöhnliche Veranlassungen, wie Verheerungen durch Sturm, Schnee, Waldbrand u. s. w., oder verstärkte Holzhiebe, Ausstockungen ꝛc. größere Hiebsergebnisse veranlaßt, so sind dabei unerschlossene oder durch verschonte Waldteile von den Verkehrswegen geschiedene Holzschläge in schonlicher billiger Weise nicht selten vorübergehend zugänglich zu machen[54]).

Es muß also bald zu vorübergehendem bald zu ständigem Gebrauch eine Verbindung mannigfacher Bringungsanstalten vom sachverständigen Forstwirt selbst ausgedacht werden und gerade diesen Fällen gegenüber muß er auf eigenen Füßen zu stehen wissen!

VII. Die Veranschlagung der Baukosten.

§ 48. Die Kosten eines Baues werden vorher veranschlagt teils um die Ausführbarkeit mit den verfügbaren Mitteln zu ermessen oder dieselben rechtzeitig flüssig zu machen, teils um verschiedene Bauarten nach ihrem Aufwand und Vorteil zu vergleichen, teils um eine sichere Grundlage für die Vergebung der Lieferungen und Arbeiten zu gewinnen.

54) Ein solcher Fall trat z. B. im Stadtwalde von Zürich im Jahr 1885 durch einen ungewöhnlichen Schneebruchschaden ein. Die empfindliche Absatzverlegenheit gegenüber den großen geringwertigen Brennholzmassen wurde durch die Verbindung von Waldbahnen und Rieswegen in sehr umsichtiger und geschickter Weise überwunden.

Für jeden Bau sind zu überschlagen

A. der Wert der Baufläche bezw. die Größe der Entschädigung für ihre Abtretung oder zeitweise Ueberlassung sowie der Aufwand der Abräumung:

B. Die Beschaffung von Baustoffen, Geschirr und Gerätschaften und die Kosten der Abnützung;

C. die Miete menschlicher und tierischer (oder mechanischer) Arbeitskräfte mit oder ohne Arbeitszeug.

Für jedes Geschäftsjahr fertigt man Bedarfs-Uebersichten nach allgemeinen Erfahrungssätzen, für jeden ansehnlicheren Bau einen genaueren Kostenanschlag auf Grund der Absteckungen, Ausmessungen und Einzelberechnungen. Letztere umfassen folgende Einzelheiten:

1. Abräumung der Stöcke und Wurzeln und des Bodenüberzuges,
2. Bau des Wegkörpers durch Ab- und Auftrag und Ausebnung der Bauflächen,
3. Einmalige und dauernde Anstalten zur Wasserableitung,
4 Herstellung der Fahrbahn (bezw. Bahnlegung) und Befestigung,
5. Aufbau der Böschungen, Pflasterungen und des Mauerwerks,
6. Bau von Wasserdurchlässen,
7. Nebenanstalten (Schutzvorrichtungen rc.),
8. Anschaffung von Geschirr, Gerätschaften, Fahrzeugen und dergl. für den Bau und den künftigen eigenen Fahrbetrieb,
9. Kosten der Vorarbeiten und Arbeitsaufsicht.

Ueber den Erwerb oder die Miete fremden Geländes müssen zeitige Verhandlungen gepflogen und nach erzielter Einigung Kauf- oder Mietverträge abgeschlossen werden.

Der Verkäufer (Vermieter) hat, wenn ihm keine eigenen Vorteile aus dem Bau erwachsen, volle Schadloshaltung anzusprechen (Besitzzersplitterung oder Verkleinerung, Betriebsstörungen).

Soweit die eigenen Baustoffe nicht zureichen oder nicht taugen, sind Bezugsquellen zu ermitteln und Lieferungsverträge abzuschließen (Art, Zeit, Ort, Preis, Zahlungsort und -Termin, nach Preislisten, Proben).

Die Lohn- oder Gedingsätze für Mannsarbeit richten sich nach den gegendüblichen Taglöhnen der ländlichen Lohnarbeiter[55]) und den höheren Löhnen der Gewerbsgehilfen, außerdem 1. nach der Beschaffenheit des Bodens, der Baustoffe und dem Erfordernis an Werkzeugen, 2. nach der Leistungskraft, Uebung und Geschicklichkeit der Arbeiter, 3. nach der Arbeitsdauer, 4. nach der Entfernung der Baustelle von den Wohnorten, 5. nach dem örtlichen Klima, der Lage, der Jahreszeit und Witterung und 6. nach der Art der Arbeitsvergebung (Taglohn, Geding).

Der Arbeiter muß sein Jahres-Einkommen in 270—280 Tagen verdienen, also wenn der tägliche Verbrauch $= v$, in 1 Tag mit durchschnittlich 10 Arbeitsstunden $(= t)$ $1{,}3\,v$, jedoch im Sommer am meisten (etwa $1{,}7\,v = 1\,^1/_3\,t$) durch längere Arbeit verdienen, im Winter sich mit $1{,}0$—$1{,}2\,v$ begnügen. Häufige Gedingarbeit muß die Gelegenheit zur Einkommensteigerung bieten.

Sind durch zahlreiche Beobachtungen und Proben Erfahrungsansätze über den Zeitaufwand $(t = 10$ Stunden) für gewisse Arbeitsgattungen ermittelt

z. B. ein Arbeiter löst mit der Schaufel in 10 Stunden 10—12 cbm Sand oder Ackererde und wirft sie 3,5 m weit, also kostet bei 2 Mk. Taglohn 1 cbm 16—20 Pf. — so wird daraus für eine größere Arbeit der Aufwand durch einfachen Rechnungsansatz gefunden.

§ 49. **Kosten der Abräumung von Bauflächen.** Die Abräumung des

55) In Baden z. B. stehen die Taglöhne bei den Kulturarbeiten im oberen Landesteile auf 1,9—2,1 M., im mittleren (Rheinthal und Vorberge) auf 1,7—1,8, im unteren (Odenwald und Bauland) auf 1,5 M.

Waldbodens muß besonders veranschlagt werden, weil der Zeit- und Kraftaufwand sehr verschieden ist. Wo die Baumstöcke und Wurzeln oder der Bodenüberzug (z. B. als Streu) verwertbar ist, deckt der Erlös die Kosten, andernfalls muß die Arbeit besonders vergütet werden. Man rechnet auf 1 t eine Abraumfläche von 5—8 qm für die Rodung dichten Wurzelwerks im Ausschlagwald, von 9—12 qm bei Gesträuch, von 20—25 qm Rasenfläche (Ausstechen in Plaggen), von 30—50 qm Heide- und Heidelbeer-Ueberzug je nach ihrer Dichtheit, von 80—120 qm Moos- und Humus- oder Unkräuterdecke.

Für Zusammentragen und Aufschichten besonderer Zuschlag.

§ 50. Bau des Wegkörpers und Ausebnung der Bauflächen. Die Bodenarten setzen ihrer Lösung und Weiterförderung je nach der mineralischen Zusammensetzung und der organischen Beimischung, dem Verwitterungsgrad und natürlichen Zusammenhang („gewachsener“ oder angeschwemmter, bezw. abgerutschter Boden), der seitherigen Behandlung — Acker-, Wiesen-, Waldboden, Weide, Oedung — der Steinbeimengung und Durchwurzelung, dem Feuchtigkeitsgrad, der Neigung u. s. w. einen sehr verschiedenen Widerstand entgegen. Man muß daher Bodenklassen bilden und sie durch das anzuwendende Geschirr kennzeichnen.

Unterscheidet man, nach dem Vorgang von H. Karl (a. a. O.), A. lockeren, B. festen Boden, C. geschichtetes und D. derbes (zu sprengendes) Gestein, ferner je für A und B a. stein- und wurzelfreien, b. steinigen, wurzelfreien, c. steinfreien, wurzelreichen, d. steinigen, durchwurzelten Boden, so erfordert 1 cbm Bodenmasse einen Zeitaufwand an Stunden (h = 0,1 t)

bei A.	a. 2,3	b. 2,5	c. 2,6	d. 3,3	C. 6,7
„ B.	„ 2,9	„ 3,9	„ 4,9	„ 5,9	D. 12,0 (!)

Bei engerer Gliederung, etwa

I. Erdboden,	1) leichter	a. Sand, locker, trocken,
		b. „ fest, naß.
		c. Garten-, Acker-, Schlammboden,
	2) mittlerer	d. Kies-, Torf-, leichter Lehmboden
		e. desgl. mittelfest oder naß,
		f. Grobkies, Gerölle, Mergel,
		g. Lehm, dicht, naß, steinig.
	3) schwerer	h. Thon, leicht, trocken, fester Kies,
		i. Thon und Letten, schwer, feucht,
		k. dsgl. mit Kieslagern,
		l. „ sehr zähe und hart.
	4) sehr schwerer	m. steinartig verhärtet.
II. Steinboden,	1) lose oder weich	a. steinreicher Thon u. Mergel, weicher Keuper,
		b. Keuper fest, Keuper-Sandstein, Lias,
		c. weiche Taggesteine.
	2) geschichtetes Gestein	d. leicht brechliche Sand-, Kalk-, Ortsteine,
		e. desgl. schwerer brechlich,
		f. „ dicht, quarzhaltig.
		g. „ in starken Bänken,
	3) derber Fels	h. dichter Muschelkalk,
		i. Gneis, Basalt, Dolerit,
		k. Granit, Syenit,
		l. Porphyr, Quarzfels,
	4) klüftiger zäher Fels	m. Grauwacke, zähe Breccien 2c.

lassen sich aus allgemeiner Erfahrung folgende Arbeitszeiten (h = 0,1 t) für die Lösung von 1 cbm ansetzen:

I. 1. Schaufel			2. Spaten				3. Breithaue			
a	b	c	d	e	f	g	h.	i.	k.	l.
0,7—1	0,9—1,2	1—1,4	1,1—1,5	1,2—1,6	1,4—2	1,6—2,2	2,2—2,4	2,7—3	3,1	3,5
II. 1. Spitzhaue			2. Brechgeschirr				3. Sprenggeschirr			
3,3—3,8	3,5—4,5	4—5	4,5—5,5	5,2—6	6,1—7	6,6—8	7—8	8,1—10	9—11	12—13

4. Keil, Schlegel, Brechgeschirr 15—22 h.

Betrüge also der ortsübliche Taglohn 2 M., so wäre der Aufwand für 1 cbm Abtragsmasse in Pfennigen durchschnittlich bei

I.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
	17	21	24	26	28	34	38	46	57	62	70

und für 2,40 m Abtragsbreite eines Fahrwegs mit einfacher Böschung in einem Berghang von 32 % (oder 18°) Neigung berechnet sich, da die Querfläche = 1,36 qm hat, für 1 m Weglänge das 1,36fache, bei durchwurzelten Böden mit einem Zuschlag von mindestens 6 bis höchstens 20 oder bei nassen Böden von 15—30 %.

Für Felsen, welche nachträglich zum Vorschein kommen, behält man besondere Vergütung nach Ausmaß oder nach der Zahl und Tiefe der Bohrungen vor.

Hierunter ist gewöhnlich das Verbringen des Abtrags in den nächsten Auftragskörper begriffen. Für das Fortschaffen an andere Orte der Baustrecke mit Fahrgeschirr wird nach der mittleren Förderweite ein Zuschlag, am besten nach aufgestellten Tarifen, angesetzt.

Für Abstände bis zu 100 m dient zur Förderung der Schiebkarren, welcher 0,05 cbm faßt, für Abstände bis 250 m der Handkarren (0,24 bis 0,30 cbm), weiterhin der zweirädrige Spann- oder Pferdekarren (0,40 cbm), der vierrädrige Ein- oder Zweispännerwagen oder besser auf schmalspurigem Schienengeleise der Kippkarren oder die Kippmulde mit 0,5 bis 0,75 cbm Laderaum, deren mehrere zu größeren Leistungen und Abständen zusammengekuppelt und von 1 Pferd gezogen werden können.

Der Zeitaufwand Z in Arbeits-Tagen für 1 cbm und 1 Mann für die Förderweite d ergibt sich[56]):

a. beim Schiebkarren aus $Z_1 = 0{,}067 + 0{,}00166 \,.\,.\, d$

b. „ Handkarren „ $Z_2 = 0{,}166 + 0{,}00067 \,.\,.\, d$

(wenn ihn 3 Mann führen, für 2 Mann zu $^2/_3$).

Demnach Stunden (h) des 10stündigen t

	Meter											
wenn	d = 10	20	30	40	50	60	80	100	150	200	250	300
bei	a = 0,8	1,0	1,2	1,33	1,5	1,67	1,8	2,3	3,2	4,0	4,8	5,7
bei	b =	—	—	—	—	2,1	2,2	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7

welche Beträge also mit dem Stundenlohn der Oertlichkeit zu vervielfachen sind.

c. Für Pferdkarren wird, wenn T = Tagesschichte (zu 8 Stunden), für m = 0,5 cbm

$$Z = (0{,}0625 + 0{,}000104\ d)\ T$$

demnach Stunden des 8stündigen T

	Meter						
wenn d =	100	200	300	400	600	800	1000
	0,58	0,66	0,75	0,83	1,00	1,17	1,33

56) Wenn nämlich der tägliche Nutzweg = L, der Laderaum = m, die tägliche Förderung = M (in cbm), der Weg-(Zeit-)Verlust jeder Fahrt durch Auf- und Abladen = w und der Zeitaufwand an t = z, so ist, da x(d + w) = L und M = x . m

$$z = \frac{t}{M} = t\left[d\frac{1}{mL} + \frac{w}{mL}\right]$$

obige Gleichungen für t = 1,00 oder, für die Stundenzahl h, t = 10 h.

d. Für vierspänniges Fuhrwerk ähnlich.

Wo das Fuhrwerk mangelt und teuer ist, wird der Handkarren auf Diehlenbahn noch bis 500 m Förderweite vorzuziehen sein, diesem aber der Kippkarren auf Bahngeleise welcher noch bei 5 % Steigung das drei bis vierfache leistet.

Für 18 km täglichen Nutzweg, Ladraum von ²/₃ cbm, Aufenthalt von 15 Minuten für jede Ladung, Führung von 3 Mann, wird hier $Z = (0{,}1125 + 0{,}00025\,d)\,t$ oder für Stundenlohn

	Meter							
wenn d =	300	400	500	600	700	800	900	1000
	1,87	2,10	2,37	2,62	2,87	3,5	3,75	4,0

also z. B. für 1 km 0,4 t des 10stündigen Lohntages gegen 0,17 T des 8stündigen Fuhrwerkstages unter c und d.

Nach der Oertlichkeit werden diese Zahlenverhältnisse vielfach abweichen und nach Erfahrung richtig zu stellen sein.

Gewöhnlich ist die regelmäßige Ausformung der Böschungsflächen des Ab- und Auftrags unter dem Erdbau inbegriffen. Mehrarbeit z. B. zur Berasung oder Ansaat der Böschungen vergütet man am besten nach der Fläche, etwa zu 1 bis 2 t auf 100 qm. Dagegen wird oft die Arbeit der Wurzelrodung durch Ueberlassung des Gehölzes abgefunden.

§ 51. Anstalten zur Wasserableitung. Für Grabenanlagen berechnet sich der Arbeitsaufwand aus der Aushubsmasse und der Abböschungsfläche nebst etwaigem Zuschlag für Berasung oder Sohlenpflasterung. Am einfachsten aber wird aus dem Querschnitt der Gräben der Aushub für 100 m Länge ermittelt und mit entsprechendem Zuschlag für Mehrarbeit ein Anschlag gebildet. Es berechnet sich z. B. für 1 m obere, 0,4 m Sohlenbreite und 0,3 m Tiefe (= 0,21 qm) derselbe

in Bodenklasse I.	1.	2.	3.	4.	II. 1.
	für 1 m Grabenlänge				
bei 2 M. Taglohn zu	5—6	7—8	9—11	12—14	16—18 Pf.

Für nasse Tieflagen oder andere Schwierigkeiten des Bodens und der Lage, sowie für größere Grabentiefe die höheren Ansätze.

Für Pflasterrinnen längs den Wegen, quer über sie oder an den Böschungen hinab bei 1,5 m Breite, bei 2—3 M. Lohn des Pflästerers und 1—1,5 M. seines Handlangers für 1 laufenden Meter

aus gerichtetem Bachgeschiebe	55— 90 Pf.
„ gut gefügten Bruchsteinen	75—110 „
„ dsgl. in Mörtel oder Zement	90—160 „
Erfordernis an Pflastersteinen	0,16—0,20 cbm
auf 1 qm, also für 1 laufenden Meter . . .	0,24—0,30 „

§ 52. Herstellung der Fahrbahn. Zu einer Fahrbahn bedarf es dreifachen Aufwandes: 1) Gewinnung und Beifuhr der Steine, 2) Zurichten und Einlegen von Gestück und Beschläg, 3) Befestigung (Anwalzen).

Wo Lieferungspreise für die Steine aus Steinbrüchen oder Gruben fehlen, benützt man die Erfahrungs-Ansätze für das Steinbrechen und die üblichen Fuhrlöhne:

1 cbm Schichtgestein 0,60 bis 0,90 t des Steinbrechers, wenn t = 2,5 M. und die Steine leicht brechlich 125—160 Pf.
„ „ schwer „ 171—250 „

1 cbm dichter Fels 0,80—1,20 t zu sprengen und wenn

t = 2,5—3,0 M.	weich	200—280 Pf.
	hart	300—400 „
	sehr hart	410—550 „

wozu 0,15 bis 0,30 t eines Handlangers für das Aufschichten in's Raummaß.

Der Steinbedarf bemißt sich nach der Bahnbreite und Tiefe des Steinbetts und wird für 1 m Fahrbahnlänge ermittelt; ebenso der Betrag an Zurichtungskosten, zuerst getrennt nach Gestück und Beschläg, z. B. für 3 m breite Fahrbahn[57]):

	Tiefe	Rauminhalt	Stein-Bedarf	
Gestück	3 . 0,15 (bis 0,18)	= 0,45 (bis 0,54)	0,5 (bis 0,6)	Raummeter
Beschläg	3 . 0,05 („ 0,07)	= 0,15 („ 0,21)	0,2 („ 0,3)	„

für 4 m breite Fahrbahn:

Gestück	4 . 0,28 (bis 0,25)	= 0,72 (bis 1,0)	0,8 (bis 1,2)	Raummeter
Beschläg	4 . 0,07 („ 0,10)	= 0,28 (bis 0,4)	0,35 („ 0,5)	„

Kosten für das Zurichten von 1 cbm

	Sandsteine:	Kalksteine:	Bachgeschiebe:	härtere Gesteine:
		Mark		
Gestück	0,4—0,5	0,5—0,65	0,7—1,0	1,1—1,5
Schotter (auf 3—4 cm)	— —	0,7—0,9	1,0—1,4	1,5—2,0

für das Verbauen der Steine noch 0,2 bis 0,3 M. pro 1 cbm Gestück und Schotter.

Für ungünstige Verhältnisse 5—7 % Zuschlag.

Probearbeiten im Taglohn unter Aufsicht führen für besondere örtliche Verhältnisse bald zu brauchbaren Zahlenansätzen.

Eine Straßenwalze mit Spannvorrichtung, zur Befestigung von Waldwegbahnen leichter konstruiert, kostet 1100 bis 1200 M. und reicht für 2—3 Forstverwaltungsbezirke aus. 2 Pferde und 2 Arbeiter pro Tag zum 3maligen Walzen von 3 km ebene Wegstrecke, 3 Pferde und 2 Mann auf 2 km Bergbahn.

§ 53. **Aufbau der Böschungen, des Pflasters und Mauerwerks.** Die Befestigung von **Erdböschungen** kostet auf 100 qm Fläche

bei Lehmbeschlag einschließlich des Schlämmens . . . . 5—6 t

„ Uebererdung und Einsaat . . . . 5—8 t

„ voller Berasung: Ausstechen der Rasenplaggen 30 auf 33 cm = 4; wozu 1000—1200 Stück Pfähle = 4,5; Legen und Befestigen = 3,5 } 12 t

bei dem Berauhwehren mit 40 bis 50 Stück ganzen („Ordonnanz-“) Faschinen von Weichholz, 30—40 m Geflechten, 300 bis 400 Stück Pfählen und Anschütten von 20 cbm Kies, ungerechnet den Träger- oder Fuhrlohn . . . . 20—30 t

Voller Faschinenbau mit wagrechter Schichtung zur Befestigung des Böschungsfußes (z. B. längs fließendem Wasser) erfordert für 100 cbm Böschungsraum 350 ganze Faschinen (20—22 fm), 700 bis 800 Pfähle, 2000 Flechtwieden und 30—40 cbm Sand und Kies (oder Grobschotter),

zum Hieb dieses Gehölzes . . . . . 16—20 t

„ Aufbau einschl. Anschüttung . . . 10—15 „

Abpflasterung von Böschungen oder sog. Steinböschung einschließlich der Zurichtung der Steine für 100 qm 14—18 t_s des Maurers und 10 t_0 des Handlangers, bei mittelgünstigen Bauverhältnissen, also auf 1 qm, wenn $t_s = 3$ und $t_0 = 1,5$ M, 57—70 Pf.

Der **Stützmauerbau** erheischt:

a. Grabarbeit für den Mauerfuß (zu veranschlagen wie andere Erdarbeit),

b. Gewinnung und Beischaffung der Baustoffe (Mauersteine durch Brechen oder Sprengen im Walde oder Ankauf im Steinbruch, Kalk oder Zement durch Lieferung),

57) Schmale Bahnen erhalten ein flacheres, breite ein tieferes Steinbett, der Steinbedarf steigt also nicht im einfachen Verhältnis der Bahnbreite.

c. Zurichten der Steine und Aufrichten des Mauerwerks, dessen Kubikinhalt I zwischen je 2 Querprofilen, wenn obere Mauerdicke = d, Anzug = β, Mauerhöhe h und H und Mauerlänge (Abstand der Profile) = a, sich berechnet aus

$$I = \frac{1}{2} a \left[d(h + H) + \frac{h^2 + hH + H^2}{3} \beta \right]$$

oder annähernd aus dem halben Produkt der Mauerlänge mit der Summe der Endprofilflächen $= \frac{1}{2} a (q_1 + q_2)$.

d. Hinterfüllen mit Steinschutt und Erde, Eindecken der Mauerkrone mit Steinplatten, Rasen oder Speis.

Es erfordert

	ungeschichtet	geschichtet	
α) 1 cbm Trockenmauer	1,20	1,33	Raummeter Bruchsteine
β) 1 „ Speismauer	1,10	1,20	

(nebst 0,1 cbm gelöschten Kalk und 0,25 cbm Sand),

ferner an Arbeit ($^1/_{10}$ Maurertag = h_s, Handreichung und Speisbereitung = h_o)

	bei günstigen		mittleren		ungünstigen	
	Verhältnissen					
	h_s	h_o	h_s	h_o	h_s	h_o
α)	5—6	7—8	6—7	8—9	7,5	10
β)	6—7	10—11	7—8	11—12	8,0	12—14

für Schichtmauerwerk stets die höheren Sätze, für hartes schwerrichtbares Gestein (z. B. Gneis, Basalt) und Zurichten außer dem rechten Winkel mehr Steine und Löhne, letztere bis 20 $h_s = 2t_s$ und darüber auf 1 cbm. Für Quadermauern noch 2 bis 2,5 Steinhauerlöhne auf 1 cbm.

Es kosten beiläufig

1 cbm Bruchsteine im Steinbruch	4—7 M.
100 Stück gewöhnliche Backsteine	3,5—4,0 „
1 cbm Mörtel (Speis) von Weißkalk	15—20 „
1 „ „ „ „ Schwarzkalk	25—30 „

und wenn der Maurerlohn (t_s) = 2,5 und der gewöhnliche Taglohn (t) = 1,5 M.

	ungeschichtet	geschichtet
1 cbm Trockenmauer	2,2—3,0 M.	4,2—6,0 M.
1 „ Speis „	2,9—5,0 „	bis 9,0 „

Bei Gedingarbeit sind dem Uebernehmer für Gerüste und Geschirr noch 7—10 % des Ueberschlags als Zuschlag zu gewähren.

§ 54. **Wasserdurchlässe.** Bei Sickerdohlen, deren Aufbau keine Steinzurichtung bedingt, rechnet man außer dem Erdaushub noch Taglöhnerarbeit für den Aufbau (etwa auf 1 cbm 0,3 bis 0,6 t).

Wasserdurchlässe aus Eichen- oder Kiefernbohlen (sog. Flecklingen) von 6—10 cm Dicke — 1 laufender m Schnitt auf der Sägmühle 7—10 Pf. — richtet der Zimmermann 1 qm zu 30—40 Pf. einschließlich Nägel oder Schrauben her.

Zement-Durchlässe, selbstgefertigt, kommen der lfd. m auf 1,3—1,66 M. [58]).

1 Tonne Portlandzement (180 kg) kostet einschl. Fracht 9—12 M. und liefert 8 Röhren von je 1 m Länge und 27—30 cm Lichtweite. Es fertigt ein Mann (t = 1,5 M.) 10 Röhren täglich.

Gemauerte Durchlässe — Deckelbohlen — erfordern

a. Grabarbeit (Ausheben des Dohlenbettes),

58) Ueber die Selbstanfertigung siehe Z. f. d. F. u. J. von 1881 Maiheft S. 266.

b. Gewinnung und Beischaffung der Mauersteine und Platten (auf Karren, Schlitten, Tragbahren),

c. Aufbau, Sohlenpflasterung und

d. Eindeckung.

Man veranschlagt kleinere Durchlässe — 50 bis 80 cm Lichtweite — aus Trockenmauern, mit Plattendeckung, nach dem laufenden Meter,

I. bei leichtem Bau zu . . . . . 2—5 M.
II. „ mittelstarkem Bau zu . . . 4,5—7 „
III. „ starkem und schwierigem Bau zu 6—10 „

und braucht für 1 lfd. m einschließlich Einfalltrichter, Auslaß und Sohlenpflaster

bei I. 1,0 Raummeter Bruchsteine 0,75—0,9 qm Platten
„ III. 1,5 „ „ 1,2—1,3 „ „

Für Doppeldohlen das 1,6 bis 1,8fache der obigen Ansätze.

Beim Gewölbebau sind die Bausteine und Arbeiten immer teurer als bei sonstigem Mauerwerk, denn auch die selbstgewonnenen Steine fordern die sorgfältigste Zurichtung und Einfügung über der Einschalung des Lehrgerüstes. Liefern, Auf- und Abschlagen desselben wird vergütet bis 2 m Lichtweite mit 25—35 M.

„ 4 „ „ „ 40—50 „
„ 5 „ „ „ 55—80 „ ,

größere Lehrgerüste nach dem lfd. m Gebälke, bei Lieferung eigenen Gehölzes Arbeitslohn des Zimmermanns für Beschlagen, Verbinden und Aufstellen, zus. 40 bis 60 Pf. vom lfd. m. Den Kubikinhalt der Gewölbe pflegt man meistens aus dem Innenkreis und der mittleren Gewölbstärke zu berechnen. Bei kleinen Trockengewölben rechnet man für ein cbm

	Gewölbe	Flügel-,	Stirn-Mauer	Sohle
M.	4—5,0	2,5—3,3	2,2—2,5	1,5

bei Gewölben in Wassermörtel

für 1 cbm	Fundament	Widerlager u. Stirnmauer	Gewölbe
M.	3,6—4,5	3,5—5,0 in Bruchsteinen	5—6,0
		5,0—6,0 in Quadern	7—8,0

Quader zu Brustwehren (Brüstungen) 1 cbm

bei Sand- oder weichem Kalkstein zu 10—12 M.
„ Granit, Gneis, Syenit zu . . 15—18 „

sauber bearbeitet, einfach profiliert.

Aufstellen derselben für den lfd. m . . . . 2—2,5 M.
Gewölbeindeckung in Zement 1 qm . . . . 50—70 Pf.
Ausfugen des Gewölbinneren und der Mauerstirnen nach dem Abrüsten 1 qm 1,5—2 M.

Vor- und Nacharbeiten wie Ausheben der Fundamente, Wasserableitung, Eindecken, Hintermauern, Auffüllen bis zur Höhe der Fahrbahn nach dem Kubikinhalt und dem Anschlag ähnlicher Erdarbeiten.

Summarischer Anschlag für ganze Gewölbebauten einschließlich Rüstung

1 cbm Trockengewölbe 7—10 M.
„ Speis „ 12—15 „

Bei hölzernen Brücken

a. Stückzahl und Kubikinhalt der Rundhölzer, welche die Balken-, Schwellen-, Pfahl-, Pfosten-, Holmstücke u. s. w., die Spundwände und Brückendeckungen liefern, nach dem Waldpreis und Beifuhrlohn des cbm (entrindet),

b. die Zimmerarbeitslöhne (oder diese und die Schneidelöhne auf der Sägmühle): Langholz nach lfd. m, Schnittholz nach qm, einschließlich Einzapfen, Verkämmen, Verlegen, Verschrauben, sortenweise oder durchschnittlich,

c. die Schlosserarbeiten nebst Lieferung alles Eisenwerks nach dem vereinbarten Preis pro Stück oder des Gesamtgewichts,

d. der Teer- oder Oelfarb-Anstrich nach der Fläche (Auskitten der Fugen und Risse inbegriffen).

Statt der Trennung von a. und b. auch Abschluß nach dem Lieferungspreis der geschnittenen und zugerichteten Hölzer (Hart- und Weich- oder Nadelholz getrennt).

Veranschlagung des Holzwerts am einfachsten, wenn 1 cbm Starkholz (z. B. Streckbäume I. Klasse) = 1,0; Mauerlatten u. dergl. als Bauhölzer II. Klasse 0,87; Saumschwellen, Unterzüge als III. Kl. 0,75; Spundpfähle, Pfosten als IV. 0,60; Gerüsthölzer, Geländer u. dergl. als V. 0,50, so daß der Preis des Starkholzes maßgebend ist. Alles Schnittholz nach Lieferpreisen [59]). Die Zimmerlöhne für Weich- und Nadelholz vom lfd. m bei Gebälk aus I. Kl. für zweiseitiges Behauen, Verbinden, Aufstellen 2c 40—70. Pf., aus II. Kl. 40—60, aus III. Kl. 35—50, aus IV 30—40, aus V. 20—30, aus Gestänge 10—15 Pf. — für Hartholz das 1,25fache. Für das Zurichten und Einrammen von Spundpfählen vom lfd. m 1,5—3 M., Spundwände und Brückendeckung 1 qm Richten und Verlegen 40—70 Pf.

Schmiedeiserne Schienen, Bolzen, Klammern, Verlegplättchen, Schrauben, Nägel (für Brückengedecke) pro kg 50—70 Pf. — Anstrich mit heißem Holzteer 30—40 Pf., mit Oelfarbe (3mal) 70—120 Pf. pro qm.

Starke Holzgeländer, aus unbehauenem Gestänge der lfd. m 10, behauen 25—30 Pf. Abweis- oder Prellsteine das Stück unbehauen 0,8—1,5 M., behauen 3—7 M. (je nach Größe und Gesteinsart).

§ 57. Anlagekosten für Waldbahnen. Der Erdkörper für eine 60—70 cm breite Waldbahn kostet auf 1 lfd. m in der Ebene höchstens 10, im Gebirge 30 Pf. (ohne größere Ueberbrückung), die Anschaffung der Schienenjoche, teils mit Holz-, teils mit gußeisernen Schwellen 2,4 bis 5,0 M. der laufende m, durchschnittlich 3,20, das Verlegen auf 1 km 10—12 M, Schienenkurvenstücke auf 1 lfd. m 3,5—5,0 M., Kletterweichen das Stück 30—45, Schleppweichen 60—95 M., sog. Paßstücke (Wendeplatten) 33—40 M., Kreuzung ebenso, Wegübergang 40—50, verlegbare Drehscheibe 60—75, feste desgl. 90—100 M.

Hiezu kommen noch die für den Fahrbetrieb unentbehrlichen Fahr- und Hebzeuge nebst Geschirr:

Hölzerne Unterwagen (mit Gußstahlrädern) zu 100—150 M., eiserne desgleichen (mit Gußstahlrädern) zu 140—180 M.

(der höhere Preis für Wagen mit Bremsen.)

Obergestelle (Drehschemel) für Nutzholz 30—60 M., Brennholzgestelle 70—90 M., Kippkasten 30—50 M., Hebzeuge von 80—220 M., hiezu Kuppelstangen von Holz oder Eisen, Ketten mit Anschlaghaken, Wendringe, Anspann-Vorrichtungen mit Ketten und Lederzeug u. s. w. Für den vollen Betrieb einer 10 km (7 km Stamm- und 3 km Seiten-) Bahn ist ein Aufwand für die Schienen und Schwellen von rund 35000 M., für die Bahnung und Schienenlegung von rund 200 M. (Ebene) bis 2000 M. (Gebirge), für das Fahr-, Hebzeug und Geschirr von rund 10000 M. in Aussicht zu nehmen.

Eine Vergleichung mit den bisherigen Bringungsweisen und eine Prüfung auf die Einträglichkeit ist jedoch ohne Voraussetzung einer bestimmten Oertlichkeit und ihrer eigentümlichen Preis-, Absatz-, Fuhr- und Taglohnsverhältnisse unausführbar [60]).

---

59) Kein frisches, sondern 1—2 Jahre gelagertes splintfreies gesundes Kernholz!

60) Runnebaum (a. a. O. S. 7 u. ff.) vergleicht den Betrieb einer Waldbahn (c) in der Ebene mit einem Fahrbetrieb auf Erdwegen (a) und Steinbahnen (b) und gelangt für 22500 fm jährliche Holzanfuhr auf 8 km zu 3 Pf. Kosten auf 1 km und fm bei c., gegenüber 6 Pf. bei b. und 19 Pf. bei a.

VIII. Einleitung und Betrieb der Bauten.

§ 56. Beschaffung der Baumittel. Vor jeder Weganlage wird der Bauherr die billigste Art der Ausführung, die zeitige Aufbringung der Mittel, die Gewinnung der nötigen Kräfte, die Bauzeit, die Art der Arbeitbegebung und die Bestellung einer Aufsicht erwägen.

Der Ausbau eines Wegnetzes erfolgt in der Absicht und Aussicht, aus der Steigerung des Holzerlöses und der Minderung der Erntekosten den Aufwand zu decken und dem Waldbesitzer noch weitere Vorteile zu erringen. Die Baufläche wird abgeräumt und dauernd aus der Ertragsfläche ausgeschieden, ihre Bestockung ist also ein flüssig gewordenes Kapital, welches zum Bauen zur Verfügung steht, die Baukosten ganz oder teilweise deckt und von der Beschaffung weiterer Geldmittel enthebt. Aber auch ein weiterer Eingriff in den Wald (zeitlicher Mehrhieb) ist bei vollem Holzvorrat durchaus gerechtfertigt, wenn die laufende Einnahme nicht zur Ausführung dringlicher vorteilhafter Bauten ausreicht.

§ 57. Gewinnung der Arbeitskräfte. Zum Wegbau bedarf es kräftiger, gewandter und geübter Arbeiter und zu manchen Leistungen einer gewissen Sachkenntnis und gewerblichen Ausbildung.

Hiefür ist die Gedingarbeit allen anderen vorzuziehen, weil sie dem Fleiß und der Geschicklichkeit reichliche Vergütung der Arbeiten gewährt. Die Taglohnarbeit wählt man nur zur Erprobung neuer und örtlich nicht geübter Arbeiten, zu kleineren, dringlichen und sauberen Bauanlagen oder zu Ausbesserungen; auch wenn keine Angebote erfolgen. Das Geschirr hat sowohl der Taglöhner als der Gedingnehmer meistens selbst zu stellen.

Die Gedingarbeit kann selten Einzelleistung sein. Es tritt daher gewöhnlich ein Uebernehmer auf eigene Gefahr oder im Auftrag mehrerer Genossen auf und verpflichtet sich zur Herstellung eines ganzen Baues, einer Baustrecke oder zur Leistung einer Arbeitsgattung (z. B. Felsensprengung, Mauer-, Brückenbau) gegen einen Einheitssatz oder eine vereinbarte Summe innerhalb einer bestimmten Frist. Es gereicht dem Arbeitgeber zum Vorteil, tüchtige Kräfte durch die Aussicht auf höheren Verdienst heranzuziehen und die Arbeit besser und rascher ausgeführt zu sehen. Doch muß der Neigung, durch oberflächliche oder betrügerische Arbeit mehr zu verdienen, durch Aufsicht entgegengewirkt werden.

Der Arbeitnehmer gewinnt durch die freiere Ausnützung seiner Kraft und Geschicklichkeit, freie Wahl der Zeit und der Arbeitsgenossen. Beide wahren ihren Vorteil am besten durch die Vereinbarung der Arbeit und ihres Lohnes.

Weitab von den Wohnsitzen ist der Bau von Lagerhütten mit Feuerstellen ratsam — nicht unfern von trinkbarem Wasser — um den täglichen Hin- und Herweg zu ersparen.

§. 58. Die Bauzeit. Die Waldarbeiter sucht man dauernd zu beschäftigen, die Bauten aber zeitig vor der Benützung fertig zu stellen, damit sie sich setzen und befestigen. Man bereitet deswegen die Bauten früh vor, leitet sie am besten im Spätjahr, wenn die Feldarbeit und die Holzhauerei aussetzt, mit den Erdarbeiten ein und läßt den Steinbau, die Abböschungen, Bepflanzungen u. s. w. im Frühjahr oder Sommer folgen. Winterbahn wird gerne zur Beischaffung von Baumaterial benützt. Im Flußgebiet muß die Zeit des niedrigsten Wasserstandes und zu Faschinenbauten der Winter oder das zeitigste Frühjahr (ehe das Gehölz treibt) gewählt werden.

Der Bauherr kann bei frühem Beginn den Arbeitern zum beiderseitigen Vorteil längere Frist zur Fertigstellung gewähren.

§. 59. Arbeitsbegebung. Sofort nach der Absteckung einer Baulinie, ihrer Abräumung und dem Lattengestellbau schreitet man zum Bauen.

Beim Selbstbetrieb (Bau auf eigene Hand) weist der bestellte ständige Aufseher die Taglöhner (und Fuhrleute) in ihre Strecke und Leistung ein, leitet sie zur Einzel- oder

gesellschaftlichen Arbeit an, sorgt für gutes Geschirr, führt das Lohnverzeichnis und legt dasselbe wöchentlich oder monatlich zur Zahlungsanweisung der Baubehörde vor, mit Angabe des vereinbarten Lohnsatzes oder der Einschätzung in die Lohnklasse nach Fleiß und Brauchbarkeit. Die Höhe des Gesamtaufwandes ist von der Tüchtigkeit des Aufsehers abhängig und zum voraus nicht sicher zu bemessen.

Die Vergebung von Arbeiten und Lieferungen im „Submissionswege“ hat bei großen Bauten neben dunkeln Schattenseiten gewisse Vorteile, beim Waldwegbau keine, da sie geschickte, aber zaghafte vermögenslose Arbeiter ausschließt.

Das öffentliche loosweise Vergeben „im Abstreich“ d. h. an den Wenigstnehmenden und das Verdingen aus freier Hand („Handakkord“) sind, neben einander geübt, die besten Verfahren.

Man kann dabei die Arbeitsgattungen z. B. Erd-, Maurer-, Steinbrecher-Arbeit — besonders vergeben oder eine Baulinie in größere und kleinere Strecken einteilen und loosweise ausbieten. Das Ausbieten regelt zwar die Lohnsätze, aber Leichtsinn und Unverstand Einzelner drückt oft den Verdienst herab und veranlaßt geringere Leistungen. Dem wirkt der Vorbehalt der Auswahl unter den drei Letztbietenden und die zeit- oder ortweise Uebertragung von Leistungen an bewährte Kräfte aus freier Hand (ohne Ausbieten) entgegen.

Jeder Vergebung werden Vertragsbedingungen gemäß den Landesgesetzen, Dienstvorschriften und örtlichem Gebrauch zu grunde gelegt. Die wiederkehrenden „allgemeinen Bedingungen“ begreifen

1. die Normen über die Bauweise und Ausmaße (Kronen- und Fahrbreite, Gräben, Böschungen, Gestück und Schotter, Mauerwerk ꝛc.),
2. über die Wasserabzüge, Durchlässe, Brücken,
3. über die zu verwendenden Baustoffe, deren Bezugsweise und Prüfung,
4. die nötigen Sicherheitsvorkehrungen, auch während des Bauens,
5. die Bestimmungen über die Befähigungs-Nachweise der Bewerber, über die Art und Höhe der Gebote, den Zuschlag und die Genehmigung,
6. über die Art, den Ort (Dienststelle) und Zeit der Auszahlung nach der Uebernahme der fertigen Arbeit (mit Abschlagszahlungen während derselben),
7. über die Haftbarkeit der Uebernehmer für Schäden und Fehler und ihre Behandlung bei Eigenmächtigkeiten und Uebergriffen, die Stellung von Bürgschaft und die Dauer der Haftpflicht,
8. über die Zeit des Arbeitsbeginns und die Vollendungsfrist u. s. w.

Unter den „besonderen Bedingungen“ begreift man die Vereinbarungen und Vorschriften, welche durch eine bestimmte Arbeitsgattung, örtliche oder persönliche Verhältnisse geboten sind.

Jede Arbeitbegebung wird schriftlich vollzogen und der Abschluß nach Erteilung des Zuschlags durch die eigenhändige Unterschrift des Arbeitgebers und Uebernehmers in die Vertragsform gebracht. Deutliche Handrisse über wichtigere Bauteile, Abschriften der Ueberschläge und Bedingungen beugen Irrtümern und Mißverständnissen vor.

§. 60. **Bauleitung und Aufsicht.** Die richtige solide Ausführung von Bauten wird nur durch ständige Leitung und Aufsicht gesichert.

In vielen Fällen mag schon die häufige Anwesenheit sachverständiger Forstschutzbeamten gelegentlich ihres Dienstbeganges ausreichen. Ständige Bauaufseher, welche mit allen Anforderungen des forstlichen Bauwesens vertraut sind, bestellt man aber überall, wo technische Schwierigkeiten drohen und nur durch Umsicht und entschiedenes sachgemäßes Eingreifen zu überwinden sind, auch wo man von schlechten Baustoffen, zu schwachen und ungenauen Maßen, Versäumnissen (z. B. für die Sicherheit der Arbeiter und der Bauten)

empfindliche Folgen befürchtet — namentlich wenn größere Bauten weit ab vom Wohnsitze des verantwortlichen Beamten auszuführen sind.

Der Bauaufseher muß im Sinne einheitlicher Durchführung ganzer Baustrecken, wo möglich des ganzen Wegnetzes durch vorherige eigene Beteiligung an Bauten oder eine gründliche Einführung in seinen Dienst für seine Aufgabe vorbereitet sein. Eine „Dienstanweisung“ regelt seine Befugnisse. Für jeden Bau erhält er seine ausführlichen Weisungen, welche mit der Verwendungsdauer sich abkürzen. Genügende Bezahlung und öftere Kontrolle muß ihn vor Versuchungen bewahren (fester Gehalt oder Tagsgebühren, möglichst dauernde Verwendung)[61]).

IX. Die Wegpflege.

§ 61. Kein fertiger Bau kann der Nacharbeiten entraten, da kleine Mängel und Mißgriffe nirgends ausbleiben, an den Auftragskörpern durch ungleiches Setzen, am Mauerwerk durch Nachgeben schlechten Verbandes, an den Böschungen durch Ausschwemmen, Ausfrieren und Nachrutschen, an der Fahrbahn durch die Fuhrwerke, Baumstämme und das Wasser. Zu rascher Abhilfe sieht man deswegen sogleich Nachbesserungskosten vor. Für jene Bauteile aber, welche der ständigen Abnutzung durch den Gebrauch unterliegen oder durch Wasser, Witterungswechsel, chemische Vorgänge, Baumwurzeln, Holzfällung u. a. beschädigt oder zerstört werden: die Fahrbahn vor allem, müssen Maßregeln ergriffen werden,

I. welche zu starker Abnutzung und Beschädigung vorbeugen,

II. welche die Widerstandsfähigkeit erhalten, mehren oder erneuern,

III. unzulässige Zumutungen, An- und Eingriffe abweisen,

also der Verkehrs-Erleichterung, Instandhaltung und des Schutzes.

Die Wegpflege wird schon durch richtige Wahl der Wegrichtung, des Gefälles, der Bauart und Baustoffe, genügende Breite und Festigkeit der Bahn, mäßige Neigung und genügende Befestigung der Böschungen, Sorge für Wasserableitung und dergl. in hohem Grade erleichtert.

§ 62. Arbeiten der Instandhaltung. Je nach den Fahrzeugen und der Art des Fahrens, der Art der Wald-Erzeugnisse und ihrer Aufbereitung, dem Boden und den Gesteinen der Fahrbahnen, der üblichen Hiebs- und Abfuhrzeit und dem Witterungsverlauf verursacht die Wegunterhaltung einen größeren oder kleineren Aufwand an Material, Arbeit und Kosten.

Auf einigen Hauptlinien bewegt sich jahraus jahrein die Abfuhr mit den schwersten Voll-Ladungen, auf den Nebenlinien dagegen ist der Verkehr auf einzelne Jahreszeiten und schwache Ladungen beschränkt.

Nur für die ersteren lohnt sich die kostspielige feste breite Steinbahn, weil die große Ersparnis an Zugkräften, Fahrzeugen und Geschirr sowie an Bahn-Unterhaltung den ersten Aufwand deckt und ökonomisch rechtfertigt. Doch muß die Bahnbreite der Größe des Verkehrs geradezu entsprechen. Gute Steinbahnen von 3,8—4,5 m (4,2—5,0 m Kronenbreite) sind im Walde am billigsten zu unterhalten und genügen.

Ist eine gute Steinbahn gebaut und durch Anwalzen gehörig gedichtet, so läßt sich die Wegpflege, nämlich: Reinhaltung und Wasserableitung, Ersatz der Abnutzung oder Umbau der Steinbahnen, Erhaltung der Erdbahnen und das Schneebahnen mit mäßigen Mitteln durchführen.

Vor allem müssen die Wege rein gehalten werden; alle Pflanzenabfälle, tierische Ausscheidungen, Sand, Schlamm und Bauschutt werden mit Haue und Krücke oder mit

61) Die Betrauung eines befähigten Aufsehers mit sämtlichen Absteckungen und Kostenveranschlagungen innerhalb eines gewissen Waldgebietes sichert für letzteres Gleichheit des Bauwesens, für den Mann reiche Uebung und Erfahrung und genügendes Einkommen.

Reisigbesen in regelmäßiger Wiederholung zur Seite geschafft, namentlich nach Fertigstellung eines Holzschlages und während der Holzabfuhr. Auf Hauptwegen entsteht viel lästiger Staub und Kot, welcher aus den weicheren Gesteinsarten sich rascher und reichlicher entwickelt und das Fahren erschwert. Man verhütet durch Ableitung der Wasserzuflüsse und Einebnung der Bahn zugleich die Aufweichung derselben und tiefe Geleisbildungen.

Den Erdbahnen muß nach jedem stärkeren Gebrauch durch erneute hohe Abwölbung und Förderung des Abtrocknens das anfängliche Profil und durch Eindecken mit bindiger Erde, wenn zu locker und sandig — mit Kies und Grobsand, wenn zu thonig und naß — größere Tragfähigkeit verliehen werden. Auch Berasung kann dienlich sein, andere Gewächse dagegen sind innerhalb Kronenbreite fernzuhalten.

Die Steinbahnen nutzen sich unvermeidlich durch die An- und Eingriffe der Fuhrwerke und Zugtiere, die Einwirkung von Luft und Wasser ab. Die Wahl haltbaren Gesteins, Gestaltung und Erhaltung einer geschlossenen flachabgewölbten Bahn, worauf die Fuhrwerke ohne Stöße und Schläge fortrollen, sind einfache Mittel, die Abnutzung zu mindern.

Die härtesten Gesteinsarten (Porphyr, Basalt, Dolerit ...) haben gegen die weichsten (Kalktuffe, weiche Sandsteine) bei gleicher Stärke eine 18—20fache Zerdrückungsfestigkeit z. B.

	Belastung	
Basalt, Porphyr	140 kg p. □cm	100 : 20 : 9
Buntsandstein	28 „ „ „	
Keupersandstein	15 „ „ „	

und Schottersteine mit 4 cm Würfelkante die vierfache Tragkraft als mit 2 cm, aber jedes Gestein wechselt selbst seine Güte, größere Härte gestattet kleinere Würfel, welche sich besser zu gleichmäßigem Bahnprofil vereinigen. Im Walde ist die Abnutzung übrigens wegen der Verschiedenheit des Gesteins, der Fuhrwerke und ihrer Ladungen, des Feuchtigkeitsgrades und der Beschattung u. s. w. sehr schwankend, daher auch ein mittlerer Kostenbetrag der Wegpflege schwer anzugeben.

Für die Hauptwege kann auf 100 lfd. M. ein jährlicher Schotter-Verbrauch angenommen werden

	bei hartem Schotter	weichem Schotter
I. bei starkem Verkehr	10—12	18—20 cbm
II. bei schwachem Verkehr	4—6	8—10 „

Unter cbm ist dabei der Raum eines mit Schotter gefüllten Kastens, also ein Raummeter von $^2/_3$—$^3/_4$ Festgehalt zu verstehen. Die Grenze zwischen I. u. II. dürfte durch eine jährliche Abfuhr von 2500 fm Holz (= 1200—1500 Fuhren) gegeben sein.

Der Aufwand schwankt am meisten bei der Gewinnung, Zerkleinerung und Beifuhr; der Effekt guten Gesteins ist bei starkem Verkehr auf Hauptwegen am größten, denn die größeren Bezugskosten werden hier durch den viel geringeren Jahresverbrauch am reichlichsten aufgewogen.

Die Bahnunterhaltung wird auf zweierlei Weise geübt:

1. durch Flicken d. h. stellenweises Ausheben unebener, lockerer und vom Ausfahren oder Einsinken vertiefter Plätze, welche bis zur Bahnhöhe wieder gefüllt und befestigt werden;

2. durch Eindecken d. h. streckenweises gleichmäßiges Ueberführen der Steinbahn mit neuem Schotter, nach soweit vorgeschrittener Abnutzung, daß das Gestück hervortritt und der Schotter zerrieben und zermahlen erscheint.

Erstere Art eignet sich mehr für besuchte breite Hauptwege mit guter geschlossener Steinbahn, die zweite für Wege II. u. III. Ordn. mit weicherer Steinbahn, sowie zur allmählichen Umwandlung von sog. Schotter- und Erdwegen in gute Steinbahnen.

Auch die „verdorbenen Steinbahnen", deren Wölbung, Gefälle und Dichtheit in einzelnen Strecken durch versäumte Pflege notgelitten hat, werden einem völligen Umbau durch neues durchgreifendes Eindecken (nach Bedarf mit vorheriger Ausbesserung oder Erneuerung des Gestücks) unterzogen. Kleine Steinvorräte sind dann zum nachträglichen „Flicken" zurückzubehalten und seitwärts zu lagern.

Verschneite Wege werden, wenn nur stellenweise durch Schneewehen („Woden") unfahrbar, durch Wegschaufeln wieder geöffnet; nach großem Schneefall mit dem Bahnschlitten (Schneepflug).

Die Fußbahnen, Böschungen und Gräben, Schotter-, Wend- und Holzlagerplätze werden, je nach Erfordernis, mit Schaufel und Breithaue zeitweise abgezogen oder frisch übererdet (z. B. die Fußbahnen mit dem zermahlenen Abraum der Steinbahn, die Böschungen mit dem Grabenaushub). Die Gräben und Fußbahnen werden von Gewächsen, Laub und humosem Schutt reingehalten und in ihrem Profil erhalten, an den Böschungen dagegen die Wasserrinnen mit grobem Gestein ausgelegt, das Bewachsen gefördert.

Schleif-, Schlitt- und Reitwege werden mit kleinem Steingeröll und Kies oder Grobsand zeitweise überführt.

An Steinbauten wird jede durch Senken, Auswaschen, Ausfrieren, Holzfällung und Abfuhr veranlaßte Störung des Profils und Zusammenhaltes in Bälde durch Ausbesserung, Beseitigung eingedrungener Gewächse, Verspeisung der Fugen und Bewurf — beim Weichen von Mauerteilen durch Abtrag und neuen Aufbau zu beseitigen gesucht.

Häufiger und zeitiger Ausbesserung bedürfen alle Holzbauten — eine Schattenseite derselben, welche durch Imprägnieren und Anstrich namhaft kleiner wird.

Zur Sicherheit des Verkehrs sind namentlich die hölzernen Brücken in allen Teilen öfter zu untersuchen; schadhaftes Gebälke ist auszuwechseln oder doch durch Notbalken, Versteifungen, eiserne Klammern oder dergl. zu befestigen. Beim Auswechseln der Brückendeckung sind die alten noch brauchbaren Teile nach außen zusammenzulegen (oder unter den Spurbohlen). Namentlich ist Auskitten aller Risse und Fugen und periodische Erneuerung des Anstrichs zu empfehlen.

§. 63. Schutz und Aufsicht. Nach dem Ausbau eines Wegenetzes können die Wege unterer Ordnung, weil nur zeitweise im Gebrauch und von geringerer Bedeutung, der Obhut der Forstschutzbeamten unterstellt werden.

Hauptwege dagegen fordern eine nachhaltige und kundige Pflege in allen Teilen, ständigen Schutz gegen vielerlei Mißbrauch und Beschädigungen (und die Fuhrleute nicht selten eine Beihilfe). Zu dieser Wartung und Aufsicht werden daher besser besondere Wegwarte bestellt. Ihnen überträgt man eine so große Hauptwegstrecke nebst den nächsten Zufahrten, daß sie das Jahr hindurch anhaltend den Dienst ohne Ueberbürdung allein versehen können und nur zur Zeit der Schotterlieferung und des Schneebahnens eine Beihilfe von Taglöhnern erhalten. Etwa 5 km ohne, 3 km mit öffentlichem Verkehr nebst den zugehörigen Nebenwegen kann ein Mann versehen.

Kleine Bauten zur Unterkunft und für das Geschirr sind ihnen herzustellen.

Eine Dienstanweisung regelt auch ihre Rechte und Pflichten: Bezüge, Kleidung und Abzeichen, Verhalten im Dienste, Art und Umfang der dienstlichen Aufgaben, Aufbewahrung und Instandhaltung der Gerätschaften u. s. w.

IX.

Die Forstbenutzung.

d. Forstlich chemische Technologie.

Von

Fr. Schwackhöfer.

I. Der chemische Bestand des Holzes.

§ 1. Das frische, sogenannte grüne Holz besteht aus der festen Holzsubstanz (Holzskelett, Holzfaser) und dem Safte.

Das Holzskelett, welches die Wandungen der Zellen und Gefäße bildet, wird aus Cellulose aufgebaut. Letztere ist jedoch nicht rein, sondern von einer kohlenstoffreicheren Materie durchdrungen, welche „Lignin“ oder „inkrustierende Substanz“ genannt wird.

Chemisch rein findet sich die Cellulose in der Natur nur höchst selten. Relativ am reinsten erscheint sie im Flughaar der Baumwollfrüchte, im Mark gewisser Pflanzen und in den jüngeren Zellen überhaupt. Bei fortgesetztem Wachstum der Pflanzen erfährt die Cellulose durch Einwanderung fremder Bestandteile eine tiefgreifende chemische Veränderung, die sich vor allem in der Zunahme des Kohlenstoff- und Abnahme des Sauerstoffgehaltes, sowie im Hinzutreten des Stickstoffes und der Mineralbestandteile geltend macht. Durch die eingewanderten Stoffe, welche sich nicht nur äußerlich auf den Zell- und Gefäßmembranen, sondern auch zwischen die Moleküle derselben ablagern, erlangt das Gewebe auch eine größere Dichte und wesentlich höhere Widerstandsfähigkeit gegen chemische und physikalische Einflüsse — man sagt es verholzt.

Ob die Annahme einer eigenen inkrustierenden Substanz oder eine andere Auffassung, nach welcher die Cellulose selbst sich chemisch verändert und in eine kohlenstoffreichere Substanz verwandelt, mehr Berechtigung hat, muß vorläufig unentschieden bleiben. So viel ist aber gewiß, daß man durch Behandlung der Holzfaser mit Kaliumchlorat und Salpetersäure (wobei die äußere Zellwandschichte gelöst wird), Cellulose als solche isolieren kann, was für die erstere Annahme spricht. Der Verholzungsprozeß ist regelmäßig schon vor Eintritt des Winters durch den ganzen neuen Jahresring abgeschlossen. Bei einzelnen Holzarten, wo dies nicht der Fall ist, bleibt die Zellwand auch im späteren Alter unvollständig verholzt.

Die Cellulose $C_6\ O_{10}\ H_5$ ist im reinen Zustande weiß, seidenartig glänzend, durchscheinend, geruch- und geschmacklos, sehr hygroskopisch und besitzt ein spezifisches Gewicht von 1,52. Sie zeigt gewöhnlich noch die Form des Pflanzenteiles, aus welchem sie isoliert wurde. Die Cellulose ist in allen bisher bekannten Flüssigkeiten unlöslich; nur in ammoniakalischer Kupferoxydlösung quillt sie so stark auf, daß eine scheinbare Lösung entsteht. Aus dieser wird sie durch Zusatz von Säuren, Salzen, Alkohol, Aether 2c., und

sogar durch starke Verdünnung mit Wasser, als strukturlose, flockige oder fadenähnliche Masse gefällt.

Aus verholzten Geweben läßt sich die Cellulose mit Kupferoxyd-Ammoniak nicht extrahieren.

Jod färbt die Cellulose gelb bis braun. Blau- oder Violettfärbung tritt nur dann ein, wenn neben Jod und Wasser auch noch sogenannte assistierende Verbindungen (HJ, KJ, ZnJ_2, H_2SO_4, H_3PO_4, $ZnCl_2$) zugegen sind. Das gebräuchlichste Reagens ist Chlorzinkjodlösung. In stark verholzten Geweben tritt die eben erwähnte Jodreaktion nicht ein.

Durch nicht oxydierende Mineralsäuren wird die Cellulose zunächst in Amyloid (oder Hydrocellulose) und bei längerer Einwirkung in Dextrin und Zucker (Dextrose?) verwandelt.

Taucht man ungeleimtes Papier einige Sekunden in konzentrierte Schwefelsäure, wäscht es sodann in Wasser und schließlich in sehr verdünnter Ammoniaklösung aus, so wird es oberflächlich in Amyloid verwandelt. Derartig präpariertes Papier ist dem animalischen Pergament ähnlich. Es ist durchscheinend, steif, schwer zerreißbar und geht unter der Bezeichnung vegetabilisches Pergament oder Papyrin in den Handel. Auch die Umwandlung der Cellulose in Dextrin und Zucker hat man technisch zu verwerten gesucht, um aus Holz Weingeist zu gewinnen. Diese Fabrikation hat sich jedoch bis jetzt, verschiedener technischer Schwierigkeiten und der geringen Ausbeute wegen, speziell bei Holz nicht bewährt. Aus Flechten und Moosen hingegen wird Spiritus auf diese Art an einigen Orten gewonnen.

Kalte, verdünnte Salpetersäure ist ohne Einwirkung auf die Cellulose. Konzentrierte Salpetersäure (oder besser ein Gemisch von dieser mit konzentr. Schwefelsäure, welche als wasserentziehendes Mittel wirkt) verwandeln die Cellulose (gereinigte und getrocknete Baumwolle) bei längerer Einwirkung (24—48 Stunden) in der Kälte in ein heftig explodierendes Nitrosubstitutionsprodukt, welches Pyroxylin oder Schießbaumwolle genannt wird.

Je nach der Stärke und Einwirkungsdauer der Säure bilden sich verschiedene Nitroverbindungen, hauptsächlich Dinitrocellulose $C_6H_8(NO_2)O_5$ und Trinitrocellulose $C_6H_7(NO_2)_3O_5$. Die Schießbaumwolle explodiert durch Schlag oder Druck, sowie beim Erhitzen. Eine eigene Art von Schießbaumwolle, welche durch Einwirkung schwächerer Säuren erzeugt wird und vorwiegend aus Dinitrocellulose besteht, löst sich in Aether-Alkohol. Diese Lösung ist klar nahezu farblos, mehr oder minder dickflüssig und führt den Namen „Kollodium". An der Luft verdunstet sie rasch und hinterläßt dabei ein dünnes durchsichtiges Häutchen. Kollodium wird für chirurgische Zwecke, vorwiegend aber in der Photographie angewendet.

Als „Celluloid" bezeichnet man eine Masse, welche durch Auflösen des Pyroxylins in Kampher hergestellt wird. Diese beiden Stoffe werden unter Zusatz von Pigmenten und anderen Materialien in Wasser vermahlen, durch Pressen getrocknet und unter starkem Druck auf 80—130° C. erwärmt, wobei eine durchaus gleichmäßige, feste Masse resultiert. Aus Celluloid werden Kämme, Billardkugeln und diverse Imitationen von Elfenbein, Bernstein, Schildpatt ꝛc. für Schmuck- und Nippgegenstände dargestellt. Ein großer Uebelstand ist die leichte Entzündlichkeit dieses Produktes.

Die chemische Zusammensetzung des Lignins ist nicht mit Sicherheit ermittelt, weil es bisher nicht gelang, dasselbe im unveränderten Zustande aus dem Holze zu isolieren. Aus der Differenz in der Elementarzusammensetzung des Holzes und jener der Cellulose läßt sich für das Lignin die Formel $C_{19}\ H_{24}\ O_{10}$ ableiten.

Charakteristische Reaktionen auf Lignin sind folgende:

1. Eine angesäuerte Lösung von schwefels. oder salzs. Anilin färbt Holz oder verholzte Gewebe gelb bis orange . . . . (Wiesner);
2. Phloroglucin und Salzsäure rot bis violett . . . . („);
3. Xylophilin „ „ violett . . . . (Höhnel);
4. Phenol „ „ grün . . . . („);
5. Resorcin mit Alkohol und Salzsäure blauviolett . . („);
6. α-Naphtol „ „ „ „ grünlich . . . („).

Das Holz unserer einheimischen Waldbäume besteht ungefähr zur Hälfte des Gewichtes aus Cellulose und zur Hälfte aus Lignin. Im harten Holze scheint etwas mehr Lignin (bis zu 54 %) und im weichen etwas mehr Cellulose (bis zu 56 %) enthalten zu sein. Große Verläßlichkeit besitzen diese Zahlen nicht, weil keine scharfe quantitative Trennungsmethode für diese Substanzen existiert.

Der Holzsaft besteht aus Wasser, in welchem organische und mineralische Be-

standteile (Nährstoffe) teils gelöst und teils suspendiert sind. Der Wassergehalt des frischen Holzes ist sehr verschieden und abhängig:

1. Von der Holzart. Im allgemeinen ist der Wassergehalt bei den weichen Hölzern größer als bei den harten. Die Zahlen, welche hierüber für die einzelnen Holzarten vorliegen, sind so wenig verläßlich, daß es besser ist, dieselben nicht anzuführen. Es soll nur erwähnt werden, daß im Durchschnitt bei

16 harten Laubhölzern 37
8 weichen „ 49
5 Nadelhölzern 59 Proz. Wassergehalt gefunden wurde.

2. Von dem Alter. Jüngeres Holz ist stets wasserreicher als das ältere. Nach den Untersuchungen von R. Hartig ergaben sich folgende Resultate:

	Wassergehalt in Gewichtsprozenten			
	Zweig 1—2jährig mit Knospen respektive Nadeln	Stammholz		
		Splint	Mitte	Kern
Rotbuche . . 85 Jahre	50,0	46,9	42,1	36,1
Eiche . . . 50 „	50,7	44,9	42,8	41,4
Kiefer . . 75 „	54,1	53,9	37,1	24,7
Fichte . . 75 „	53,7	65,2	39,0	23,7

Die Bäume wurden im Mai (1881) gefällt und die zur Untersuchung verwendeten Probescheiben aus einer Höhe von 6—8 Meter über dem Boden entnommen.

3. Von der Jahreszeit. Bisher wurde angenommen, daß das Maximum des Wassergehaltes in das Frühjahr und das Minimum in den Herbst fällt. Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß diese Regel keine allgemeine Giltigkeit besitzt sondern im Gegenteil sehr viele Ausnahmen erfährt.

Der Wassergehalt des Holzes wechselt sogar in den verschiedenen Tagesstunden und ist auch von dem Grade der Insolation abhängig. An sonnenhellen Tagen fällt er von früh bis gegen 2 Uhr Mittag und steigt sodann bis zum nächsten Morgen. Einfluß auf den Wassergehalt haben auch noch 4. der Standort und 5. die Witterung.

Von dem im Holze enthaltenen Wasser ist nur ein Teil (etwa 1/3 bis 2/3 des Gesamt-Gehaltes) im flüssigen Zustande vorhanden; der Rest ist von den Zellwänden aufgesaugt (Imbibitionswasser). Das Verhältnis zwischen flüssigem und imbibitem Wasser ist nach der Holzart, Jahres- und Tageszeit sehr bedeutenden Schwankungen unterworfen.

Bleibt frisch gefälltes Holz in zugerichtetem oder wenigstens entrindetem Zustande an der Luft liegen, so verliert dasselbe fortwährend Wasser bis ein gewisser Gleichgewichtszustand zwischen dem Wassergehalte der Atmosphäre und der Hygroskopizität des Holzes eingetreten ist. In diesem Zustande nennt man das Holz lufttrocken. Dasselbe enthält aber immer noch 10—18 % hygroskopisches Wasser, welches nur durch Trocknung bei höherer Temperatur (100—110° C.) vollständig ausgetrieben werden kann.

Die Stickstoffsubstanz (schlechthin Proteïn oder Eiweisstoffe genannt) ist im Holze nur in geringer Menge vertreten. Im Mittel aus zahlreichen Analysen wurde der Gesamt-Stickstoffgehalt im entrindeten Stammholze (berechnet auf Trockensubstanz) mit 0,2 Prozent gefunden. Im Frühjahr ist er am geringsten (0,15 %), im Sommer am höchsten (0,27 %). Die Rinde ist bedeutend stickstoffreicher und enthält 0,5—0,8 % und Reisig bis zu 1 % Stickstoff.

Die Zahlen, welche Chevandier für den mittleren Stickstoffgehalt des Stammholzes angibt (0,9—1,5 %), und die sich fast in allen Werken über Holz citiert finden, sind falsch.

Der weitaus größte Teil des Stickstoffes ist in unlöslicher Form zugegen und nur etwa 0,002—0,010 % sind löslich. (N × 5,8 = Proteïn).

Als organische Bestandteile des Zellsaftes (beziehungsweise auch der Zellwand) sind weiters anzuführen: die Kohlehydrate (Stärke, Gummi und Zucker); Glykoside (Koniferin in allen Zapfenbäumen); Pflanzensäuren (Gerbsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Zitronensäure, Aepfelsäure, Arabinsäure); Farbstoffe, respektive Chromogene (das Hämatoxylin im Blau- oder Kampecheholz, das Brasilin in den Rothölzern, das Santalin im Sandel- oder Koliaturholz, das Morin im Gelbholz ꝛc.); ätherische Oele und Harze. Für gewisse, meist in den Tropen einheimische Holzarten sind auch noch Bitterstoffe, Fette, Wachs, Kampher, Kautschuk u. s. w. charakteristisch.

Die mineralischen Bestandteile, welche teils im Safte gelöst und teils in der festen Holzsubstanz abgelagert sind, machen 0,2—1 % vom Holzgewicht aus. Nur einzelne exotische Hölzer weisen einen höheren Aschengehalt auf. Junges Holz ist reicher an Mineralstoffen als älteres. Nach J. Schröder (forstchem. Untersuchungen Dresden 1878) enthalten die forstlichen Sortimente

	Scheitholz	Knüppelholz	Reisholz	
Tanne	0,452	0,479	2,303	Reinasche in 100 Teilen
Birke	0,327	0,349	0,748	Holztrockensubstanz.

Ueber die mittlere Zusammensetzung der Asche verschiedener Holzarten gibt nachstehende Tabelle (im Auszuge aus Wolff Aschenanalysen 1880) Aufschluß.

Holzart	Proz. Reinasche	In 100 Gewichtsteilen der Reinasche									
		K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	Mn_3O_4	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
Buche, Scheitholz 50—90jähr.	0,430	28,62	1,91	37,65	11,23	1,25	5,08	6,76	1,37	5,98	0,01
Eiche, Stammholz ohne Rinde 50jährig	0,351	33,17	8,30	29,90	6,93	1,50	0,64	11,48	2,14	5,17	—
Birke, ditto	0,334	23,60	2,27	29,03	16,48	0,90	8,66	14,71	1,69	1,99	0,67
Kiefer, Scheitholz 100 „	0,303	14,31	0,99	53,64	10,69	0,11	3,34	6,05	3,51	2,61	—
Lärche, Stammholz ohne Rinde	0,173	23,57	1,70	45,14	18,20	3,04	—	7,68	2,05	3,23	—
Fichte, ditto 100jährig	0,214	19,66	1,37	33,97	11,27	1,42	23,96	2,42	2,64	2,73	0,06
Weißtanne, ditto 90 „	0,244	39,87	0,90	11,14	9,55	0,73	28,56	6,13	1,80	1,33	—

Der Gehalt der Holzasche an Mineralsäure ist ein sehr geringer. In größter Menge ist die Kohlensäure vertreten, welche aber in der Reinasche nicht erscheint. Im Holze selbst sind die Basen zum größten Teil als organisch-saure Salze zugegen, welche beim Veraschen Karbonate liefern. Das ist auch der Grund, weshalb sich die Holzasche sehr gut zur Pottascheerzeugung eignet. Würden andere Mineralsäuren in der Holzasche vorherrschen, so müßten komplizierte Prozeduren (ähnlich wie bei der Sodaerzeugung aus Kochsalz) vorgenommen werden, um das Kalium als Karbonat zu gewinnen, was hier nicht lohnend wäre.

Die Elementarzusammensetzung des Holzes (als Ganzes) schwankt in nicht sehr weiten Grenzen. Nach den vorliegenden Analysen stellen sich die Minima und Maxima (berechnet auf Proz. der aschefreien Holztrockensubstanz) wie folgt:

Kohlenstoff 47,0—51,8, Wasserstoff 5,8—6,9,
Sauerstoff 42,0—44,9, Stickstoff 0,2—0,4.

	Mittlere Zusammensetzung der aschefreien Holztrockensubstanz	Lufttrockenes Holz aschehältig	Dagegen Cellulose
Kohlenstoff	50,0	43,8	44,44
Wasserstoff	6,0	5,3	6,17
Sauerstoff	43,7	38,2	49,39
Stickstoff	0,3	0,2	—
Hygroskopisches Wasser . .	—	12,0	—
Asche	—	0,5	—

§ 2. **Die Rinde.** Die chemische Zusammensetzung der Rinden ist sehr kompliziert und nur zum Teil erforscht. Der wichtigste Bestandteil, welcher die technische Verwendbarkeit gewisser Rinden bedingt, ist der Gerbstoff. Als Gerbstoff bezeichnet man eine Anzahl schwacher Säuren, welche im Pflanzenreiche weit verbreitet sind. Sie finden sich vorzugsweise in den Baumrinden, in den Blättern, Samen und gewissen pathologischen Gebilden, (Galläpfeln, Knoppern). Sie besitzen einen charakteristischen, zusammenziehenden Geschmack, sind in Wasser und Alkohol löslich. Mit Eisensalzen geben sie entweder grüne oder blauschwarze Färbungen. Eiweiß- und Leimlösungen werden durch Gerbstoff gefällt. Mit der tierischen Haut vereinigt sich der Gerbstoff zu einer fäulniswiderstehenden Substanz „Leder".

Der Gerbstoffgehalt der Rinden verschiedener Abstammung variiert in weiten Grenzen, von 2 bis 35 %. In den von einheimischen Baumarten abstammenden Rinden, welche als Gerbmaterial Verwendung finden, sind im Mittel etwa 3 bis 15 % Gerbstoff enthalten. Nachstehende Tabelle gibt Aufschluß über den Gerbstoffgehalt der einheimischen Gerbrinden.

Fichtenrinde	5—15 %	(im Mittel 9 %)
Lärchenrinde	8—16 „	
Tannenrinde	4— 8 „	
Birkenrinde	2— 6 „	(„ „ 3 „)
Schwarzerlenrinde	8—20 „	(„ „ 15 „)
Spiegelrinde	10—16 „	(„ „ 12 „)
Geputzte Eichenaltholzrinde	8—10 „	
Ungeputzte „	5— 8 „	
Traubeneichenrinde	8—13 „	
Stieleichenrinde	10—15 „	
Weidenrinde	8 „	

Unter den außereuropäischen Gerbrinden gibt es mehrere (wie Mangle, Mimosa, Wattle ꝛc.), welche einen Gerbstoffgehalt von 20—35 % aufweisen. Unter den einheimischen Gerbrinden nimmt die Eichenrinde den ersten Rang ein. In Süd- und Mitteldeutschland wird dieselbe vornehmlich von der Traubeneiche (Quercus sessiliflora) in Norddeutschland und Oesterreich hauptsächlich von der Stieleiche (Qu. pedunculata) gewonnen. Die beiden andern mitteleuropäischen Eichenarten (Qu. Cerris und pubescens) spielen im Schälwaldbetriebe nur eine untergeordnete Rolle. Bäume in einem Alter von 14—20 Jahren liefern die beste Rinde. Bei 25—35jähriger Umtriebszeit ist die Qualität der Rinde schon wesentlich geringer. Nach dem Alter und der Zurichtung der Rinde unterscheidet man 4 Sorten:

1. Spiegel- oder Glanzrinde von Stangen unter 10 cm Durchmesser; 2. Rauh- oder Reitelrinde von 10—20 cm dicken Stämmen; 3. Rauhe Stammborke oder Grobrinde von Stämmen über 20 cm Durchmesser und 4. geputzte Grobrinde ohne Borke.

Bei der Spiegel- und Reitelrinde nimmt der Gehalt an Gerbstoff von dem unteren nach dem oberen Teile der Stangen um 2—4 % ab.

Neben der Eichenrinde ist die Fichtenrinde (von Abies excelsa) in Deutschland und Oesterreich das Hauptgerbmaterial.

Fichten von 60—80 Jahren liefern die beste Rinde. Die Rinde jüngerer Stämme ist gerbstoffärmer. Der Unterschied zwischen 30 und 60jährigen Stammrinden beträgt nach Eitner bis zu 3 % Gerbstoff. Andererseits tritt bei älteren Stämmen (über 80 Jahre) häufig, aber nicht immer, eine Verminderung des Gerbstoffgehaltes durch starke Borkenbildung ein.

Die Tannenrinde wird nur selten verwendet, obwohl sie im Gemenge mit anderen Gerbmaterialien sehr gute Dienste leistet. Nach Eitner soll ein Gemenge von 20 % Tannen-

und 80 % Lärchenrinde die Fichtenrinde vollkommen ersetzen. Lärchen-, Birken- und Erlenrinde werden nur für lokalen Bedarf zum Gerben benutzt. Weidenrinde ist in Rußland das Hauptgerbmaterial. Auch in Oesterreich, Deutschland, Dänemark und im nördlichen Europa überhaupt wird diese Rinde mit verwendet. (Ausführliches über diesen Gegenstand siehe Höhnel „die Gerbrinden" Berlin 1880).

Der Gerbstoff unterliegt sehr rasch der Zersetzung. Bleibt feuchte Rinde nur einige Tage liegen, so bedeckt sich dieselbe mit Schimmelpilzen (hauptsächlich Penicillium glaucum), der Gerbstoffgehalt nimmt rapid ab und in kurzer Zeit ist derselbe fast gänzlich verschwunden. Dieser Umstand, sowie auch das abnorm große Volumen der Rinde oder Lohe im Verhältnis zu dem Gehalte an nutzbarer Substanz, legten den Gedanken nahe, ein haltbares, konzentriertes Extrakt aus den Rinden zu erzeugen. Praktisch wurde dieser Gedanke zuerst von Kohlrausch durchgeführt. Er bedient sich dazu des aus der Zuckerfabrikation entnommenen Diffusionsverfahrens. Die Lohe wird in einer Batterie, bestehend aus mehreren Gefäßen, mit heißem Wasser systematisch ausgelaugt und die erhaltene Gerbstofflösung unter starker Druckverminderung in einem Vacuumapparat bis zur Syrupkonsistenz eingedampft. Um das Extrakt gegen Schimmelbildung, welcher es in hohem Grade ausgesetzt ist, zu schützen, muß es unter Luftabschluß aufbewahrt werden. Ein geringer Zusatz von Carbolsäure macht das Extrakt haltbarer. Es kommt gewöhnlich in Fässern verpackt in den Handel. (In ähnlicher Weise werden auch Farbstoffextrakte aus Farbhölzern hergestellt.)

Neben Gerbstoff finden sich in der Rinde: Gallussäure (in der Eichenrinde 1—2 %); Glykoside (wie das Salizin in der Weiden- und Pappelrinde, das Aeskulin in der Rinde der Roßkastanien, das Querzitrin in der von Qu. tinctoria stammenden Querzitronrinde, Fraxin in der Rinde von Aeskulus- und Fraxinus-Arten, das Saponin in der Rinde der Spiräaceen u. s. w.); Zucker, Gummi (arabischer Gummi aus der Rinde verschiedener Acacia-Arten, Kirschgummi &c.), Stärke (ein gewisser Stärkegehalt ist speziell in den Gerbrinden sehr erwünscht); Fette, Harze und ätherische Oele, Bitterstoffe, Farbstoffe, in manchen Stammrinden namentlich aber in vielen Wurzelrinden Alkaloide (wie z. B. das Chinin und Cinchonin in den Stammrinden der Chinabäume, das Berberin in der Berberiswurzelrinde &c.); Proteïnstoffe, diverse nicht näher gekannte Extraktivstoffe, Cellulose, Lignin, Mineralbestandteile und Wasser. Der Gehalt an Proteïnstoffen, Mineralbestandteilen und Wasser ist in der Rinde bedeutend höher als im Holze. Der Stickstoffgehalt der älteren Stammrinde beträgt 0,4—0,6, der Reisigrinde 0,6—0,8 %. Der Gehalt an Mineralstoffen 1,5—7,3 %. Der Wassergehalt ist durchschnittlich um 5—10 % höher als im Holze und schwankt in der Regel zwischen 50 und 60 %, erreicht aber auch eine Höhe bis über 70 %.

Kork. Das Korkgewebe bildet einen Ersatz für die Epidermis und hat die Aufgabe die darunter liegenden Pflanzenteile gegen Aufnahme und Abgabe von Feuchtigkeit zu schützen. Durch die Elastizität und Widerstandsfähigkeit des Korkgewebes kann die Peripherie des Baumes zunehmen, ohne daß ein Zerreißen der Korkschichte eintritt. Viele Bäume bilden im späteren Alter Kork.

In ganz hervorragender Weise ist dies der Fall bei der schwarzen und weißen Korkeiche „Quercus Suber und Qu. occidentalis", welche in den Ländern um das westliche Mittelmeer, in Nordafrika, Spanien, Italien, Corsika und Südfrankreich, einheimisch sind und den gewöhnlichen Kork liefern.

Nach Höhnel[1]) besteht jede Korkzellwand aus fünf Lamellen: einer mittleren, zwei Suberin- und zwei Cellulose-Lamellen. Die Mittellamelle besteht aus stark verholzter Cellulose und ist nur selten verkorkt. Die Suberinlamellen sind die typischen Schichten der Korkzellwand und enthalten in der Regel allein das Suberin nebst Cellulose. Die Celluloselamellen, welche nach außen an die Suberinlamellen und nach innen an die Zellumen angrenzen, bestehen manchmal aus reiner, in der Regel aber aus verholzter Cellulose.

Der charakteristische Bestandteil des Korkes, „das Suberin", dessen Existenz als selbst-

1) „Ueber den Kork und verkorkte Gewebe überhaupt". Sitzgsb. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, Novbr.-Heft 1877.

ständige Verbindung früher geleugnet wurde, ist nach den Untersuchungen von Höhnel eine ganz bestimmte, nur der Korkzelle allein eigene Substanz. Dieselbe reagiert gegen Kalilauge und Salpetersäure in eigentümlicher Weise, ganz abweichend von Cellulose und Holz (Lignin). Die Kalireaktion beruht auf einem sehr charakteristischen Quellungs- und Lösungsprozeß, die Salpetersäurereaktion auf der Bildung von Cerefinsäure, welche in heißem Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol und in verdünnter Kalilauge löslich, in Wasser dagegen unlöslich ist.

Das Suberin ist ein stickstofffreier Körper, der seinem Verhalten nach in der Mitte zwischen Cellulose und Pflanzenwachs steht. Von Kalilauge wird es wie Wachs gelöst oder verseift und nicht wie Cellulose zerstört.

Das Suberin macht ungefähr 50—60% vom Korkgewicht aus; 20—30% sind Cellulose, 11—12% Stickstoffsubstanz (entspr. 1,7—2,1% N), 10% durch Alkohol ausziehbare Stoffe (nach Chevreul Korkwachs oder Cerin genannt) und 0,4% Asche.

Die Elementarzusammensetzung der aschefreien Korktrockensubstanz stellt sich im Mittel aus mehreren Analysen wie folgt:

Kohlenstoff	66,8	Wasserstoff	8,5
Sauerstoff	22,8	Stickstoff	1,9.

Im lufttrockenen Zustande enthält der Kork 4—5% hygroskopisches Wasser und 0,3—0—5% Asche.

II. Das Holz als Brennmaterial.

1. Allgemeines über Brennmaterialien.

§ 3. Der Wert eines Brennmaterials ist abhängig von seiner chemischen Zusammensetzung. Die gebräuchlichsten festen Brennstoffe, wie Holz, Torf, Braunkohle und Steinkohle, bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff nebst geringen Mengen von Stickstoff, ferner auch hygroskopischem Wasser und Mineralstoffen. (In den drei letztgenannten Brennstoffen findet sich auch Schwefel und zwar zumeist als Schwefelkies, welcher als Bestandteil der Asche aufgefaßt wird).

Die perzentuale Zusammensetzung der aschefreien Trockensubstanz ist im großen Durchschnitt folgende:

	C	H	O	N
Holz	50,0	6,0	43,7	0,3
Torf	59,0	6,0	34,5	0,5
Braunkohle	68,0	5,0	26,6	0,4
Steinkohle	80,0	5,0	14,0	1,0
Anthrazit	95,0	2,5	2,0	0,5

Der Gehalt an hygroskopischem Wasser schwankt im lufttrockenen Torfe und in der Braunkohle in weiten Grenzen, zwischen 10 und 30%; in den Steinkohlen hingegen ist er ziemlich konstant, 3—8%. Der Gehalt an Mineralstoffen beträgt bei Torf besserer Qualität 5—10%. In manchen Torfsorten ist kaum 1% Asche enthalten, während die schlechteren Sorten einen Aschengehalt von 20 bis über 50% aufweisen. Ein Torf mit mehr als 20% Asche ist als Brennmaterial nicht geeignet. Gute Braun- und Steinkohlen enthalten durchschnittlich 5—10% Asche. In minderen Qualitäten kann der Aschengehalt auf 20% und darüber steigen.

Durch Erhitzung unter Luftabschluß (in Retorten oder Oefen) oder bei beschränktem Luftzutritt (in Meilern) werden aus den genannten Brennstoffen kohlenstoffreichere Produkte „Holzkohle, Torfkohle und Koks“ dargestellt.

Die Wärme, welche ein Brennstoff produziert, kann in zweierlei Weise gemessen werden:

1. Nach der Quantität (Verbrennungswärme oder Brennkraft); bezieht sich diese Zahl auf die Gewichtseinheit des Brennstoffes, so heißt sie „absoluter Wärmeeffekt“, bezogen auf die Volumeinheit „spezifischer Wärmeeffekt.“

2. Nach der Intensität (Verbrennungstemperatur, Heizkraft oder „pyrometrischer Wärmeeffekt“). Die Ermittlung der Wärmeintensität hat nur dann einen Wert, wenn es

sich darum handelt, gewisse und zwar sehr hohe Temperaturen hervorzubringen, wie in der Metallurgie, Keramik ꝛc. In allen anderen Fällen ist lediglich die Wärmequantität maßgebend. Dieselbe kann auf mehrfache Art bestimmt werden:

1. Durch Rechnung aus der Elementaranalyse des Brennstoffes.
2. Auf direktem kalorimetrischem Wege, indem man alle Wärme auf ein gemessenes Wasserquantum überträgt und die Temperaturzunahme ermittelt.
3. Durch Verdampfungsversuche im großen.

Es werden bei der Verbrennung

von 1 Klgr.	Kalorien produziert
Kohlenstoff zu CO_2	8,080
Kohlenstoff „ CO	2,473
Wasserstoff „ H_2O-Dampf	29,633
Wasserstoff „ flüssigem H_2O . . .	34,462.

Wärmegebend sind nur der Kohlenstoff und jener Teil des Wasserstoffes, welcher nicht an Sauerstoff gebunden gedacht werden kann. Alle anderen Bestandteile des Brennstoffes sind wärmekonsumierend und setzen daher den Wert desselben herab. In hervorragender Weise ist dies der Fall beim Wasser. Um 1 Klgr. Wasser von 0° in Dampf von 100° C. zu verwandeln sind 637 Kalorien erforderlich. Ist die Elementarzusammensetzung des Brennstoffes bekannt, so läßt sich der „absolute Wärmeeffekt“ (p) aus nachstehender Formel berechnen:

$$p = \frac{8{,}080\,C + 29{,}633\,(H - {}^{1}/_{8}\,O) - 637\,W}{100} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (I)\,[2]$$

worin C, H, O und W den prozentischen Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und hygroskopischem Wasser bedeutet. Neuerlich hat man diese Formel durch die Einführung der abgerundeten Werte für $C = 8100$, für $H = 29000$ und für $W = 600$ modifiziert.

Die Zahl p drückt aus, wie viele Klgrm. Wasser bei der Verbrennung von 1 Klgr. des Brennstoffes um 1° C. erwärmt werden können.

Dividiert man p durch 637, so erhält man den Verdampfungswert V.

$$\frac{p}{637} = V \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (II)$$

d. h. mit 1 Klgr. Brennstoff können V Klgr. Wasser von 0° in Dampf von 100° C. verwandelt werden.

Die auf solche Art ermittelten Zahlen haben jedoch keinen Anspruch auf volle Genauigkeit, sondern können nur als Näherungswerte gelten, weil sowohl der Kohlenstoff als auch der Wasserstoff in den gewöhnlichen Brennmaterialien (Holz, Torf und Mineralkohlen) stets in chemischer Bindung vorhanden sind, die in der Formel I eingesetzten Werte (8,080 und 29,633) aber nur für freien Kohlenstoff und freien Wasserstoff Geltung haben. Die Zersetzungsarbeit ist gänzlich vernachlässigt und die Vergasungsarbeit nur beim Kohlenstoff in Rechnung gezogen. Bei den meisten Steinkohlen stimmt der nach I berechnete Wärmeeffekt mit der direkten kalorimetrischen Beobachtung gut überein. Weniger ist dies der Fall bei den Braunkohlen und noch weniger beim Torf. Wie sich die Verhältnisse bei Holz stellen, ist noch nicht ermittelt.

Verbrennungsprodukte. Bei der Verbrennung verbindet sich der atmosphärische Sauerstoff mit dem Kohlenstoff und disponiblen Wasserstoff des Brennmateriales. Hat die Luft ungehinderten Zutritt, so verbrennt aller Kohlenstoff zu Kohlensäure und aller Wasserstoff zu Wasser. Ist hingegen die Luftzufuhr beschränkt, so erreicht nur ein Teil des Kohlenstoffes die höchste Oxydationsstufe, während ein anderer Teil zu Kohlenoxyd verbrennt; überdies entweichen auch noch geringe Mengen von Kohlenstoff (als Flugruß) und Wasserstoff (sowohl frei als auch an Kohlenstoff gebunden) im unverbrannten Zustande.

2) $\frac{1}{8}$ O entspricht jener Menge Wasserstoff, welche an Sauerstoff gebunden gedacht werden kann.

Um 1 Gewichtsteil C zu CO_2 zu verbrennen sind erforderlich $\frac{32}{12} = 2{,}667$ Gewichtsteile O, entsprechend $\frac{2{,}667 \times 100}{22{,}8} = 11{,}696$ Gewichtsteilen atmosphärischer Luft.

Um 1 Gewichtsteil H zu H_2O zu verbrennen, sind erforderlich 8 Gewichtsteile O, entprechend $\frac{8 \times 100}{22{,}8} = 35{,}088$ Gewichtsteilen atmosphärischer Luft [3]).

Das zur vollständigen Verbrennung von 1 Klgr. des Brennmaterials im Minimo erforderliche Luftgewicht L (in Klgrm.) ergibt sich somit aus der Formel:

$$L = \frac{11{,}696\, C + 35{,}088\, H}{100} \qquad \text{(III)}$$

worin C den perzentualen Gehalt des Brennmateriales an Kohlenstoff und H jenen an disponiblem Wasserstoff bedeutet.

Brennbarkeit. Als „Brennbarkeit" bezeichnet man die größere oder geringere Leichtigkeit, mit welcher sich die Brennstoffe entzünden lassen und sodann fortbrennen. Den höchsten Grad der Brennbarkeit besitzen die gasförmigen, wesentlich geringer ist er bei den flüssigen, und am geringsten bei den festen Brennstoffen. Bei diesen letzteren ist er abhängig von ihrer Dichte, ihrem Trockenheitsgrade und von dem Gehalte an leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen. Die diesbezügliche Rangordnung ist folgende:

Harzreiches (weiches) Holz, lockerer Torf, harzfreies (hartes) Holz, Holzkohle, Lignit, bituminöse Braunkohle, bituminöse Steinkohle (Backkohle), Brandschiefer, gemeine Braunkohle, dichter Torf, Sand- und Sinterkohle, Anthracit, Steinkohlen-Koks.

Flammbarkeit. Unter „Flammbarkeit" versteht man die Eigenschaft der Brennstoffe, mit mehr oder minder langer Flamme zu brennen.

Die Größe der Flamme ist abhängig von der Menge und Zusammensetzung der brennbaren Gase und Dämpfe, welche der Brennstoff bei der Verbrennung (respektive bei der der Verbrennung vorangehenden trockenen Destillation) entwickelt. Die Flammbarkeit steigert sich bei den Mineralkohlen mit ihrem Gehalte an sogenanntem disponiblen Wasserstoff.

Leicht brennbare Brennmaterialien werden vorzugsweise bei unvollkommenen Heizanlagen (Feuerungen ohne Rost) angewendet oder auch dort, wo es sich um eine rasche Erhitzung handelt. Brennstoffe, die mit langer Flamme brennen, eignen sich besonders zur Erhitzung großer Räume oder Oberflächen (Flammöfen, Pfannen- oder Kesselfeuerungen).

§ 4. 2. **Brennwert des Holzes.** Da die Elementar-Zusammensetzung der verschiedenen Holzarten nur in verhältnismäßig engen Grenzen schwankt, so kann man für den Zweck der Wärmeberechnung ohne Bedenken die früher angegebenen Mittelzahlen benützen. Demnach berechnet sich der absolute Wärmeeffekt der aschefreien Holztrockensubstanz aus der Formel I mit

$$\frac{8{,}080 \,.\, 50 + 29{,}633 \left(6 - \frac{43{,}7}{8}\right)^{4)}}{100} = 4199$$

oder rund 4200 Kalorien.

Ist der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes bekannt, so läßt sich mit Zugrundelegung dieser Zahl der absolute Wärmeeffekt des fraglichen Holzes in sehr einfacher Weise be-

3) Die durchschnittliche Zusammensetzung der atmosphärischen Luft angenommen
mit 22,8 Gewichts-Prozent Sauerstoff
76,3 „ Stickstoff
0,9 „ Wasserdampf ꝛc.

4) 637 W fällt hier weg, weil sich die Rechnung auf Holztrockensubstanz bezieht.

rechnen. Wäre der Feuchtigkeitsgehalt z. B. 12 Prozent, so ist der Gehalt an Trockensubstanz 100 — 12 = 88 Prozent, welchem $\frac{4200 \,.\, 88}{100} = 3696$ Kalorien entsprechen. Von dieser Wärmemenge ist noch diejenige in Abzug zu bringen, welche notwendig ist, um die hygroskopische Feuchtigkeit zu verdampfen, das sind $\frac{637 \,.\, 12}{100} = 76$ Kalorien.

1 Klgrm. des fraglichen Holzes gibt sonach 3696 — 76 = 3620 Kalorien. Der Wärmeeffekt q eines Raummeters (sp. W.-Eff.) ergibt sich aus der Formel:

$$q = 0{,}42\,PDT - 0{,}0637\,PDW,$$

worin P das Gewicht eines Festmeters der betreffenden Holzart in Klgr., D den Derbgehalt des Holzsortimentes, T den Trockensubstanzgehalt und W den Feuchtigkeitsgehalt in Prozenten bedeutet. Wäre z. B. bei Fichtenscheitholz

$P = 457$, $D = 70$, $T = 88$ und $W = 12$, so ist

$$q = 0{,}42 \,.\, 457 \,.\, 70 \,.\, 88 - (0{,}0637 \,.\, 457 \,.\, 70 \,.\, 12) = 1157{,}879 \text{ Kalorien.}$$

Mit einem Raummeter dieses Holzes können somit

$$\frac{1157{,}897}{637} = 1818 \text{ Klgr.}$$

Wasser von 0° in Dampf von 100° C. verwandelt werden.

Der pyrometrische Wärmeeffekt des Holzes ist gering; dagegen die Brennbarkeit und Flammbarkeit größer, als bei den anderen festen Brennstoffen.

Das Flößen nimmt auf den Brennwert des Holzes keinen Einfluß, vorausgesetzt, daß das Holz nach der Flößung wieder gut lufttrocken geworden ist.

III. Konservierung des Holzes.

Alle Methoden, welche bisher zur Konservierung des Holzes in Anwendung gebracht wurden, lassen sich in 6 Gruppen einteilen:

1. Die Trocknung.
2. Das Auslaugen.
3. Das Dämpfen.
4. Das Anstreichen.
5. Das Ankohlen.
6. Die Imprägnierung.

§ 5. 1. Die Trocknung. Bei den meisten Zersetzungserscheinungen, welche im Holze auftreten, spielt der Feuchtigkeitsgehalt desselben eine hervorragende Rolle. Die Austrocknung ist daher die einfachste und für gewisse Verwendungen des Holzes auch ganz zweckmäßige Konservierungsmethode.

Die Austrocknung geschieht in eigenen Trockenkammern, in welchen das Holz in Pfosten-, Schwellen-, Bretter- oder Lattenform ꝛc. so eingeschichtet ist, daß die Luft zwischen den einzelnen Stücken ungehindert zirkulieren kann. Die Kammern sind entweder für direkte oder indirekte Heizung eingerichtet. Bei ersteren kommen die Rauchgase mit dem zu trocknenden Holze direkt in Berührung, und ist nur Vorsorge getroffen, daß die Flamme nicht in den Trockenraum überschlagen kann. Die Kammern sind gewöhnlich 15—20 m lang, 1—2 m breit und 2—3 m hoch. Dieser schlauch- oder kanalartige Bau ist notwendig, um 1. lange Hölzer einbringen zu können und 2. die Wärme besser auszunützen. Diese Art der Trockenkammern eignet sich jedoch nur für Bauholz, Schwellen und dergl. Andere Hölzer für feinere Zurichtung müssen in Kammern mit indirekter Heizung getrocknet werden, wo sie gegen Staub, Rauch und Ruß geschützt sind, und die Regulierung der Temperatur besser gelingt. Diese Kammern sind entweder für Luft- oder Dampfheizung eingerichtet. Das erwärmte Medium (Rauchgase oder Dampf) durchzieht das Heizrohrsystem, welches am Boden der Kammer angebracht ist. Der Trockenraum selbst ist in der Regel kubisch mit gewölbter Decke und besitzt an der höchsten Stelle einen Dunstabzug mit

verstellbarer Klappe, um die Ventilation in der Kammer regulieren zu können. Die Außenluft strömt durch Schieberöffnungen von unten zu, wird an dem Heizrohrsystem erwärmt, steigt im Trockenraum auf, schwängert sich hier mit Feuchtigkeit und zieht durch den Dunstschlauch ab. Bei Heißluftheizungen verwendet man auch eigene, außerhalb der Kammer befindliche Kalorifere, in welchen die Luft erhitzt wird und dann erst in den Trockenraum eintritt.

Bei der Trocknung sind folgende Momente zu beachten:

1. Darf die Temperatur im Trockenraum nur ganz allmählich gesteigert werden und eine gewisse Höhe nicht überschreiten. Eine zu rasche Erwärmung würde unfehlbar ein Rißigwerden des Holzes zur Folge haben. Je feuchter das Holz ist, desto langsamer muß angewärmt werden. Als Maximaltemperatur gilt 100—120° C.; in der Regel wird aber bei 80° fertig getrocknet.

2. Darf die Ventilation in der Kammer nur eine mäßige sein. Bei zu starkem Luftzug verdunstet das Wasser zu rasch und das Holz wird rißig. Bei stärkeren Stämmen ist es zweckmäßig die Hirnflächen, wo die Verdunstung am schnellsten erfolgt, mit Papier zu überkleben, um dem Zerreißen nach Thunlichkeit vorzubeugen.

3. Muß das Holz nach der Trocknung noch ca. 10 % Wasser enthalten. Vollständig trockenes Holz ist spröde, brüchig, läßt sich schlecht bearbeiten, zieht b egierig Feuchtigkeit an und ist dadurch noch nachträglich dem Schwinden und Reißen ausgesetzt. Die Zeitdauer des Trocknens ist sehr verschieden, je nach der Holzart, dem Feuchtigkeitsgehalte, hauptsächlich aber nach der Form und Größe der Holzstücke. Als Minimum bei Brettern und anderen Formen von geringem Querschnitt können 3—4 Tage, als Maximum für starke Stämme und dergl. 18—20 Tage gelten.

Eine andere Art der Trocknung, welche zuerst in Amerika eingeführt wurde, basiert auf der Anwendung überhitzten Wasserdampfes. Das Holz wird in einen starkwandigen, mit einer Wärmeschutzhülle umgebenen Eisenkessel gebracht und Dampf von 10—12 Atmosphären Spannung eingeleitet. Der Dampf passiert vor dem Eintritt in den Kessel ein Röhrensystem, in welchem er nicht nur getrocknet (d. h. von dem mitgerissenen Wasser befreit), sondern auch überhitzt wird. Im Anfang wird der Zellsaft durch den Dampf verdrängt und mit dem Kondensationswasser abgelassen. Bei längerer Einwirkung des überhitzten Dampfes kann das Holz auf einen Feuchtigkeitsgehalt von 10% gebracht werden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß die dem Holze schon vom Walde her anhaftenden parasitischen und saprophytischen Pilze unschädlich gemacht werden, daß ferner ein Rissigwerden des Holzes nicht eintritt. Dagegen aber sind als Nachteile zu bezeichnen: 1. Die großen Anlagekosten, 2. der unverhältnismäßig große Wärmebedarf, und 3. der Umstand, daß das Holz bei diesem Verfahren sehr bedeutend an Festigkeit verliert.

§ 6. 2. Das Auslaugen. Dieses Verfahren hat den Zweck, den Zellsaft, welcher in erster Linie der Zersetzung unterworfen ist, aus dem Holze zu entfernen. Auch wird dadurch die hygroskopische Eigenschaft des Holzes abgeschwächt; es wird eher lufttrocken, schwindet weniger und gleichmäßiger. Die einfachste Methode des Auslaugens besteht darin, daß man zugeschnittenes, oder wenigstens von der Rinde befreites Holz längere Zeit, mindestens einige Monate, in fließendem Wasser liegen läßt. Die Auslaugung kann nur durch Diffusion erfolgen und geht daher außerordentlich langsam vor sich. Stärkere Stämme müssen sogar mehrere Sommer hindurch unter Wasser liegen bleiben. Zum Auslaugen soll nur frisch gefälltes Holz verwendet werden. Bleibt dasselbe längere Zeit an der Luft liegen, so werden gewisse Saftbestandteile unlöslich. Der Effekt des Auslaugens mit kaltem Wasser ist aber, selbst auch bei frisch gefälltem Holze, kein sehr erheblicher. An eine vollständige Entfernung aller löslichen Bestandteile des Holzes ist namentlich bei stärkeren Stämmen gar nicht zu denken.

Besser gelingt die Auslaugung mit kochendem Wasser, welche jedoch nur bei kleineren Holzstücken (Schindeln, Drechsler- und Wagnerholz) anwendbar ist. Als Schutzmittel

gegen die Zersetzung des Holzes ist das Auslaugen nur von untergeordneter Bedeutung; dagegen leistet es aber zur Verhinderung des Schwindens und Reißens gute Dienste.

§ 7. 3. Das Dämpfen. In jeder Beziehung effektvoller als das Auslaugen, ist das Dämpfen des Holzes. Man benützt hierzu einen starkwandigen Holzkasten von 3—4 m Länge, 1½—2 m Breite und Höhe, welcher mit Eisenspangen und Zugankern zum Nachziehen zusammengehalten wird. Zur Dichtung der Stoßfugen benützt man Hanf- oder Cellulosepackung. Die beiden Stirnwände sind behufs Beschickung und Entleerung des Kastens zum Abnehmen eingerichtet und werden durch Eisenschienen mit umlegbaren Schraubenbolzen festgehalten. Die Dichtung geschieht in gleicher Weise wie bei den Stoßfugen.

Der Kasten ist auf Polsterhölzer etwas geneigt gestellt und an der tiefsten Stelle mit einem Ablaufhahn für das Kondensationswasser versehen. Am entgegengesetzten Ende des Kastens mündet das Dampfzuleitungsrohr ein. Um an Dampf zu sparen, muß möglichst viel Holz in den Kasten eingebracht werden, wobei jedoch zu beachten ist, daß sich die Flächen der einzelnen Holzstücke thunlichst wenig berühren. Bretter werden hochkantig eingestellt. Nachdem der Kasten beschickt und verschlossen ist, wird mit der Dämpfung begonnen. In den ersten Stadien ist das ablaufende Kondensationswasser ziemlich klar und nur wenig gefärbt; später wird es trübe, dunkelgefärbt und besitzt einen eigentümlichen Holzgeruch von den ausgelaugten Extraktivstoffen. Man setzt das Dämpfen so lange fort, bis das Kondensationswasser klar und farblos abläuft, zum Beweis, daß die Auslaugung, soweit sie überhaupt hier gelingt, beendet ist. Die Dämpfung nimmt je nach den Dimensionen der Holzstücke 40—80 Stunden in Anspruch. Ein Ueberdruck kann natürlich in einem Holzkasten nicht angewendet werden, und wäre auch nicht zweckmäßig, weil das Holz dadurch an Festigkeit verliert. Nach dem Dämpfen wird das Holz an der Luft oder in einem Trockenapparat ausgetrocknet. Durch die Einwirkung des Dampfes verändert das Holz seine Farbe und wird im allgemeinen dunkler. Buchenholz wird braun, Eichenholz schwarzbraun, Ahorn rötlich, Kirschbaum gelb bis rot u. s. w. Gedämpftes Holz ist dem Werfen und Reißen weniger ausgesetzt, trocknet rascher und besitzt ein geringeres spez. Gewicht als nicht gedämpftes von gleichem Trockenheitsgrade. Im noch warmen, durchfeuchtetem Zustande, wie es aus dem Dampfkasten kommt, ist es biegsam und behält die gegebene Form auch nach dem Erkalten und Trocknen bei. Von dieser Eigenschaft wird bei der mechanischen Verarbeitung des Holzes die ausgedehnteste Anwendung gemacht.

§ 8. 4. Das Anstreichen. Zur Konservierung des Holzes durch Umhüllung wurden verschiedene Mittel und Methoden in Vorschlag gebracht. Dauernd bewährt hat sich jedoch nur das Anstreichen mit Flüssigkeiten, welche ohne Erwärmung an der Luft rasch trocknen und einen dichten, harten, nicht hygroskopischen, auf dem Holze festhaftenden Ueberzug hinterlassen. Alle anderen Umhüllungen mit Metallplatten, Lehm, Cement und dergl. haben sich als gänzlich untauglich erwiesen und gehören nur mehr der Geschichte an. Der Anstrich hat den Zweck das Holz gegen Feuchtigkeitsaufnahme (und damit auch gegen das Schwinden und Reißen) zu schützen, ferner das Eindringen der Pilze zu verhindern. Häufig beabsichtigt man damit auch noch den Holzgegenständen ein gefälligeres Ansehen zu erteilen. Jeder wie immer geartete Anstrich wirkt nur dann konservierend, wenn das Holz zuvor gut lufttrocken geworden ist. Auf feuchtem Holze ist er geradezu verderblich, weil die Austrocknung dadurch verhindert wird und das Holz um so schneller der Verderbnis unterliegt. Die gebräuchlichsten Anstrichmittel sind die Oelfarbenfirniße, welche durch Zusammenreiben der Farben mit Leinölfirniß hergestellt werden. Das in bezug auf die Konservierung wirksame Mittel ist nur das Leinöl. Dasselbe gehört zu den trocknenden Oelen und besitzt die Eigenschaft Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen, sich dabei zu verdicken und in dünnen Schichten ganz fest zu werden. Die Verdickung erfolgt

viel rascher, wenn man das Leinöl künstlich oxydiert oder mit Metallverbindungen kocht, welche sich darin lösen. Am häufigsten verwendet man hiezu Bleiglätte, seltener Braunstein oder borsaures Manganoxydul. Ein derartig präpariertes Leinöl wird Firniß genannt. Die beigemischten Farben geben dem Firniß eine größere Konsistenz und Deckfähigkeit. Um das Anstreichen zu erleichtern, setzt man dem Oelfarbenfirniß nicht selten etwas Terpentinöl zu. Der Firniß wird dadurch dünnflüssiger, läßt sich leichter auftragen, trocknet aber langsamer.

Ein anderes, seltener angewandtes Anstrichmittel ist der Steinkohlentheer. Damit der Anstrich rasch trocknet, ist es zu empfehlen, den Theer in einem Eisenkessel soweit einzudicken, daß er beim Erkalten eine zähe Masse bildet, in der Wärme aber noch vollständig flüssig bleibt. Der Theer wird in noch warmem Zustande aufgetragen. Der Anstrich deckt gut, erstarrt bald, ist nicht hygroskopisch und ziemlich haltbar. Ein geringer Zusatz von gebranntem und zu einem trockenen Pulver abgelöschten Kalk, während des Eindickens, erhöht die Konsistenz des Theeres und verleiht dem Anstrich einen höheren Glanz. Theeranstrich ist hauptsächlich für solche Holzgegenstände geeignet, welche sich unter Wasser befinden (Schiffskörper, Brückenpfeiler, Schleußen, Uferschutzbauten 2c.). Nicht zweckmäßig ist dieser Anstrich für Hölzer, welche den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, weil die schwarze Farbe des Theeres viel Wärme absorbiert und das Holz infolge dessen zerreißt.

Für gewisse Verwendungen wird das Holz mit Wasserglas angestrichen. Das Wasserglas ist ein Alkalisilikat, welches sich in kochendem Wasser löst und als 33 oder 66%ige Lösung in den Handel kommt. In dünnen Schichten trocknet diese Lösung an der Luft rasch und gibt einen glasartigen Ueberzug. Das Anstreichen muß 5- bis 6mal, und zwar mit immer stärkerer Lösung, wiederholt werden. Der erste Anstrich wird mit etwa 15 und der letzte mit unverdünnter 66%iger Lösung ausgeführt. Ein neuerlicher Anstrich darf erst dann erfolgen, wenn der nächst vorhergegangene vollkommen trocken geworden ist. Der Wasserglasanstrich ist nur ein Flammenschutzmittel, aber kein Präservativ gegen Fäulnis und andere Arten von Zersetzungen des Holzes. Das mit Wasserglas überzogene Holz brennt nicht mit Flamme, sondern verkohlt nur, und auch die Verkohlung geht nur langsam vor sich. Als anderweitiges Konservierungsmittel ist das Wasserglas ganz untauglich, weil es durch die stark alkalische Reaktion die Holzfaser angreift und überdies den Nachteil hat, daß es unter dem Einflusse der Atmosphärilien leicht verwittert. Das Alkalisilikat wird durch die Kohlensäure der Luft zerlegt, wobei Alkalikarbonat entsteht und Kieselsäurehydrat ausgeschieden wird. Der anfänglich ganz glatte, glasartige Ueberzug wird rauh, das Alkalikarbonat, welches in Wasser leicht löslich ist, wittert aus, wird durch das Meteorwasser abgewaschen und in verhältnismäßig kurzer Zeit ist der ganze Ueberzug verschwunden. Bei Gegenständen, die sich unter Dach befinden, hält der Ueberzug etwas länger, fällt aber mit der Zeit auch ab.

§ 9. 5. Das Ankohlen. Diese Art der Konservierung wurde früher, namentlich für Schiffsteile, Brückenhölzer, Telegraphenstangen und Pfähle überhaupt, häufig in Anwendung gebracht. Gegenwärtig ist man, verschiedener Mißerfolge wegen, mehr davon abgekommen; auf den französischen Schiffswerften und in anderen technischen Etablissements wird aber das Ankohlen (nach Ledebur) noch im großartigen Maßstabe betrieben. Der Erfolg ist wesentlich von der Ausführung des Verkohlens abhängig. Am besten gelingt das Verkohlen mit einer heißen, spitzen Gebläseflamme, welche stets nur eine kleine Fläche des Holzes auf einmal erhitzt und in alle Spalten und Risse eindringt. Die verkohlte Schichte soll nur ganz schwach, etwa 2—3 mm dick sein. Wird tiefer gekohlt oder eine größere Fläche auf einmal erhitzt, so entstehen zahlreiche Risse im Holze, welche das Eindringen der Feuchtigkeit und der Zersetzungsorganismen nur noch mehr begünstigen. Auch würde bei tieferen Kohlen das Holz zu sehr geschwächt. Ein entschiedener Nachteil ist die wasserhaltende Kraft der Kohlenschichte, wodurch die darunter befindliche Holzpartie immer feucht gehalten wird und der Zersetzung zugängiger ist. Dieser Umstand wirkt namentlich bei Pfählen und anderen Hölzern, welche im Erdreiche angebracht sind, nachteilig. Vorteilhaft wirkt die Kohlenschichte durch ihre Absorptionsfähigkeit für faulige Substanzen, deren Eindringen in das Holz dadurch verhindert wird. Bei Rundhölzern wird auch die am leichtesten zersetzbare Splintschichte zerstört.

§ 10. 6. Die Imprägnierung. Da es sich hier nicht darum handelt eine Geschichte der Holzimprägnierung zu geben, sondern den gegenwärtigen Stand dieser An-

gelegenheit kurz zu präzisieren, so können auch nur jene Mittel und Methoden in Betracht kommen, welche gegenwärtig eine Rolle spielen. Von den vielen Substanzen, welche zur Holzimprägnierung empfohlen wurden, haben nur wenige sich bewährt. Allgemeinere Anwendung finden gegenwärtig: 1. Quecksilberchlorid, 2. Kupfervitriol, 3. Zinkchlorid, 4. Teeröle (bezw. Teerdampf).

Das Quecksilberchlorid $HgCl_2$ besitzt unter allen Metallsalzen die größte antiseptische Wirkung. Zum Imprägnieren des Holzes wurde dieses Präparat zuerst von dem Engländer Kyan (1832) in Anwendung gebracht. Es wirkt schon in minimalen Mengen ausgezeichnet konservierend, kann aber: 1. des hohen Preises und 2. der außerordentlichen Giftigkeit wegen, nur beschränkte Anwendung finden. Man benützt das Quecksilberchlorid nur auf einigen badischen, bayerischen und württembergischen Bahnen zum Imprägnieren der Schwellen. Für Hölzer zum Bau von Wohnhäusern oder Stallungen ist es seiner Giftigkeit, und für Hölzer zu Wasserbauten der leichten Auslaugung wegen nicht geeignet.

Der Kupfervitriol $CuSO_4 + 5aq$ wirkt viel weniger antiseptisch als das Quecksilberchlorid. Er ist zwar billiger, aber für eine allgemeinere Anwendung noch immer zu teuer, zumal er möglichst rein, namentlich frei von Säure und Eisensalzen, sein soll. Der Kupfervitriol wurde von dem Franzosen Boucherie (1857) zur Holzimprägnierung empfohlen. Dieses Präparat wird hauptsächlich zur Imprägnierung von Telegraphenstangen angewendet. Für Bauhölzer, Schwellen und dergl. ist man heute davon abgekommen. Mit Kupfervitriol imprägniertes Holz ist spröde und im hohen Grade der Schimmelbildung unterworfen. Kommt derartig präpariertes Holz im feuchten Zustande mit Eisen in Berührung (z. B. durchgehende Bolzen oder Schrauben), so erfährt das Kupfersalz eine Zerlegung, es bildet sich Eisenvitriol und Kupfer wird ausgeschieden.

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu.$$

Das Zinkchlorid $ZnCl + 2aq$ steht bezüglich seiner antiseptischen Eigenschaften noch hinter dem Kupfervitriol, hat aber diesem gegenüber den Vorzug der Billigkeit. Es wird in den Imprägnierungsanstalten durch Auflösen von Zinkabfällen oder Zinkasche in Salzsäure dargestellt. Die Lösung darf keine überschüßige Säure enthalten, muß klar sein und soll eine Konzentration von 3° B (bei 17,5" C.) besitzen. Die mit Zinkchlorid imprägnierten Holzgegenstände vertragen Oelanstrich ganz anstandslos, was bei den mit Quecksilberchlorid oder Kupfersalz imprägnierten Hölzern nicht der Fall ist. Auch findet eine Zerlegung des Zinkchlorides durch Eisen unter gewöhnlichen Umständen nicht statt. Ein Uebelstand ist die leichte Löslichkeit des Zinkchlorides. Es wird daher so wie das Quecksilberchlorid aus dem Holze leicht ausgelaugt.

Das Teeröl übertrifft in bezug auf seine fäulniswidrige Wirkung die vorgenannten Metallverbindungen weitaus und da es im Wasser schwer löslich ist, wirkt es auch viel nachhaltiger. Das Teeröl wird hauptsächlich aus dem Steinkohlenteer, seltener auch aus Holz-, Torf- oder Braunkohlenteer dargestellt. Der Teer als solcher eignet sich wegen seiner Zähflüssigkeit und des hohen Gehaltes an indifferenten Stoffen zur Imprägnierung nicht. Er wird auch nur ausnahmsweise (für Holzstöckelpflaster) angewendet. Für größere Holzgegenstände ist er ganz ungeeignet, weil von einem tieferen Eindringen in den Holzkörper keine Rede sein kann. Wird hingegen der Teer der fraktionierten Destillation unterworfen, so erhält man mehrere Produkte, welche jedes für sich einer besseren Verwertung fähig ist als der Teer als Ganzes. Das für die Imprägnierung wertvolle Produkt des Steinkohlenteers ist das sogenannte schwere Teeröl, dessen wesentlichster Bestandteil die Karbolsäure ist. Außerdem finden sich darin das Kreosol und verschiedene Basen der Pyridin-Reihe, welchen ebenfalls eine antiseptische Wirkung zukommt. Das Imprägnierungsöl muß die Konsistenz eines dünnflüssigen Syrupes besitzen und muß frei sein von ungelösten, schmierigen Stoffen, welche nicht in das Holz eindringen. Das spezifische Ge-

wicht darf nur in den Grenzen von 1,00 bis 1,10 schwanken. Der Siedepunkt muß über 180° C. liegen. Das Oel soll mindestens 10 % durch konzentrierte Alkalilösung nachweisbare Karbolsäure (respektive Kreosol) enthalten und nicht mehr als 5 % Destillationsrückstand hinterlassen. Der Wassergehalt darf 6 % nicht übersteigen.

Nebenbei sei erwähnt, daß man in neuester Zeit (1885) auch versucht hat, Calciumbisulfit als Holzkonservierungsmittel in Anwendung zu bringen. Ueber die Erfolge, welche damit erzielt werden, kann jedoch erst die Zukunft entscheiden.

Worauf die konservierende Wirkung der verschiedenen Antiseptika beruht, ist nicht mit Sicherheit aufgeklärt. Man sucht eine Erklärung in der Koagulierung der Eiweißstoffe zu finden, jedoch ist dieselbe nicht allgemein zutreffend. Manche Metallsalze, welche ganz unzweifelhaft konservierend wirken, fällen Eiweiß nicht. Auch Karbolsäure und ähnliche Substanzen wirken schon in so minimen Mengen fäulniswidrig, daß von einer Koagulierung der Eiweißstoffe noch keine Rede sein kann. Nicht zu übersehen ist, daß auch koaguliertes Eiweiß der Zersetzung unterliegt, wenn auch schwieriger, daß ferner neben wirklichem Eiweiß auch anderweitige nicht koagulierbare Stickstoffsubstanz im Holze vorhanden ist, welche ebenfalls nicht fäulniswiderstandsfähig ist. Auch ist bekannt, daß die Imprägnierungsmittel nur insolange konservierend wirken, als sie selbst noch im Holze zugegen sind. Werden sie ausgelaugt, so ist das Holz unter sonst geeigneten Umständen ebenso rasch der Zersetzung unterworfen, wie das nicht imprägnierte. Alle diese Umstände deuten darauf hin, daß den Antiseptika neben der Eiweißfällung auch noch eine andere, bisher unaufgeklärte, konservierende Wirkung zukommt.

Außer dem Imprägnierungsmittel ist auch die Art der Applizierung „die Imprägnierungsmethode" von Wichtigkeit.

Man kennt bisher 4 verschiedene Methoden:

1. Das einfache Untertauchen des Holzes in die Imprägnierungsflüssigkeit (das sogenannte Einsumpfen).
2. Das hydrostatische oder Flüssigkeitsdruckverfahren.
3. Das pneumatische oder Dampfdruckverfahren.
4. Das Behandeln des Holzes mit antiseptischen Dämpfen.

§ 11. 1. Das Einsumpfverfahren wurde von Kyan empfohlen. Als Imprägnierungsmittel dient ausschließlich Quecksilberchlorid. Die Lösung muß 0,7—0,8 % $HgCl_2$ enthalten. Zum Einlegen des Holzes dienen große, vollkommen gedichtete Kästen aus Eichen oder Lärchenholz. Die Schwellen und andere Hölzer werden im fertig faconierten Zustande imprägniert. Jede nachträgliche Zurichtung ist gänzlich ausgeschlossen. Das Holz muß vor der Imprägnierung gut lufttrocken gemacht werden. In feuchtes Holz dringt die Lösung nicht ein. Weiches Holz von der Dimension der Bahnschwellen soll 8—10 Tage, hartes Holz 12—14 Tage in der Lösung verweilen. Nach der Imprägnierung müssen die Schwellen vor der Verlegung noch einige Monate an der Luft liegen bleiben, damit sich das Imprägnierungsmittel tiefer in das Holz einsaugt.

§ 12. 2. Das hydrostatische oder Flüssigkeitsdrucksverfahren wurde 1846 zuerst von Boucherie in Anwendung gebracht. Es besteht in folgendem:

Auf dem einen Hirnende des zu präparierenden Stammes wird eine Schlußplatte derart angebracht, daß eine schmale (1—2 cm weite), dicht schließende Kammer entsteht. Dieselbe wird durch einen Guttaperchaschlauch mit dem Fallrohr eines 10 m hoch stehenden Druckreservoirs, welches die Imprägnierungsflüssigkeit enthält, in Verbindung gebracht, so daß ein Flüssigkeitsdruck von ungefähr einer Atmosphäre auf die Stirnfläche des Stammes einwirkt. Infolge dieses Druckes wird der Zellsaft aus dem Stamme verdrängt und durch die Imprägnierungsflüssigkeit ersetzt. Als solche dient eine 1%ige Lösung von Kupfervitriol. Nach Boucherie wirkt der Kupfervitriol vorzugsweise dadurch, daß das Kupfer mit der Stickstoffsubstanz des Zellsaftes eine unlösliche Verbindung eingeht, welche gleichsam einen inneren Anstrich bildet, der weder an der Luft noch in der Erde noch im Wasser eine Veränderung erleidet. Bemerkenswert ist auch der Umstand (welchen Boucherie nicht erwähnt), daß die Holzfaser schon an und für sich, ganz abgesehen von den Zellinhaltstoffen,

eine gewisse Menge Kupfer zu binden vermag. Selbst reine Cellulose (z. B. Filtrierpapier) hält bei der Behandlung mit einer Kupfersalzlösung eine gewisse Menge Kupfer zurück, welche durch Waschen mit Wasser nicht wieder zu entfernen ist.

Das Holz. Das im Winter gefällte Holz imprägniert sich leichter, als das Sommerholz. Am schwierigsten ist das in der Hauptsafttriebperiode (April und Mai) gefällte Holz zu imprägnieren. Das für die Imprägnierung bestimmte Holz soll frisch gefällt sein. Bleibt es längere Zeit an der Luft liegen, so nimmt der Saft (namentlich zur Sommerszeit) eine schleimige Beschaffenheit an und läßt sich dann nur schwierig aus dem Holze verdrängen. Holz, welches nicht sofort imprägniert werden kann, wird am besten in fließendem Wasser aufbewahrt. Die Tränkungsfähigkeit der verschiedenen Holzarten ist eine sehr ungleiche. Die sogenannten Splintbäume (Ahorn, Birke, Weißbuche ꝛc.), Reifholzbäume (Linde, Fichte, Tanne ꝛc.) und Reifholzkernbäume (Esche, Rotbuche ꝛc.) lassen sich am leichtesten imprägnieren. Viel schwieriger gelingt dies bei den sogenannten Kernholzbäumen (Eiche, Lärche, Föhre ꝛc.), bei welchen vorzugsweise der Splint durchdrungen wird, das Kernholz aber fast unberührt bleibt. Vorzugsweise werden die Buche, Fichte und Tanne nach dieser Methode imprägniert. Die Buche eignet sich für diesen Zweck ganz vorzüglich, zeigt aber nicht selten in der Mitte des Stammes eine Partie von blaßroter bis brauner Farbe (Faulkern), welche der Durchtränkung widersteht. Bei den Nadelhölzern ist ein großer Harzreichtum für die Imprägnierung nachteilig. Die Rinde der Stämme soll möglichst unverletzt sein — eine Bedingung, welche nur schwer oder gar nicht zu erfüllen ist. Eine Beschädigung der Rinde ist bei frisch gefällten Stämmen am nachteiligsten. Bei längerem Liegen des Holzes vertrocknet der Saft in der entblößten Splintpartie, wodurch das Austreten der Imprägnierungsflüssigkeit verhindert, die Durchtränkung des Holzes aber wesentlich erschwert wird. Alle in den Stämmen etwa vorhandenen Risse müssen sorgfältig gedichtet werden. Die beste Dichtungsmethode ist das Kalfatern mit Werg. Das Verschmieren der Risse mit Kitt und dergl. ist gänzlich unbrauchbar. Astiges Holz imprägniert sich schlecht. Die in den Stamm eingepreßte Flüssigkeit nimmt den kürzesten Weg und tritt deshalb bei den Astabschnitten zuerst aus. Dieser Uebelstand läßt sich dadurch beheben, daß man die Astabschnitte etwas länger macht und den Stamm nach der Fällung einige Tage liegen läßt, wobei der Saft am Ende des Astabschnittes sich verdickt und die Kanäle verstopft. Ist der Stamm genügend imprägniert, so erneuert man den Schnitt der Aeste, damit die Flüssigkeit hier austritt und die Tränkung auf diese Art vervollständigt wird. Stämme für Bahnschwellen werden auf die doppelte Schwellenlänge (mit Zugabe von etwa 20 cm) zugeschnitten. Bei Telegraphenstangen ist die Länge von selbst gegeben. Bevor man die Stämme auf dem Werkplatz für die Imprägnierung zurecht legt, müssen die beiden Endschnitte erneuert werden, um das Eindringen und Austreten der Imprägnierungsflüssigkeit zu erleichtern.

Zur Herstellung der Kammer für die Flüssigkeitszuleitung empfiehlt Boucherie eine Schlußplatte aus Holz, welche mittelst Klammern oder Schraubenbolzen an dem Stamme festgehalten und gegen ein Hanfseil gedrückt wird. Letzteres ist mit Fett getränkt, liegt auf der Peripherie der Hirnfläche und bildet die seitliche Begrenzung der Kammer. Dieser Verschluß ist bei schwachen Stämmen nur schwierig, bei stärkeren Stämmen gar nicht dicht zu bringen. Das Fett ist auch noch dadurch hinderlich, daß sich Kupferseife bildet, welche die Poren des Holzes verstopft und die Imprägnierung erschwert. Ein ganz sicherer Verschluß wird mittelst eines Kautschukringes und einer eisernen, an der Innenseite lackierten oder verkupferten Eisenplatte erzielt. Zur Befestigung der Eisenplatte genügt bei Stämmen von geringem Durchmesser (bis zu 30 cm) eine einzige, durch das Zentrum der Platte gehende, starke Schraube. An der Schlußplatte ist auch die Dutte für den Einleitungsschlauch angebracht.

Die Stämme (15—20 an der Zahl) werden der Reihe nach gelegt, mit einer schwachen Neigung gegen das freie Hirnende, und die Schlußplatten durch Kautschuk- oder Guttaperchaschläuche mit dem Fallrohr des Druckreservoirs in Verbindung gesetzt. Bei dem Eintreten der Imprägnierungsflüssigkeit muß die Luft aus der Verschlußkammer entweichen können. Zu diesem Behufe wird entweder eine Kupfernadel zwischen Kautschukring und Holzfläche eingeführt und, sobald Flüssigkeit auszutreten beginnt, herausgenommen und die Platte fest angezogen oder es ist nahe am oberen Rande eine kleine Schraube angebracht, welche erst festgezogen wird, sobald Flüssigkeit austritt.

Wenige Minuten nach Beginn des Druckes tritt bereits an dem freien Stammende Holzsaft aus. Nach und nach kommt eine Mischung des Holzsaftes mit Kupferlösung. Zeigt die austretende Flüssigkeit ³/₄° B., so wird der Zulauf der einprozentigen Lösung abgestellt und mit ¹/₂ prozentiger Kupferlösung nachgewaschen. Diese zweite verdünnte Lösung hat nur den Zweck die bei der ersten Imprägnierung durch Ausscheidung von Kupferhydroxyd frei gewordene Schwefelsäure aus dem Stamme zu verdrängen. Sobald die austretende Flüssigkeit nicht mehr sauer reagiert, wird die Imprägnierung unterbrochen, die Verschlußkammer abgenommen, der Stamm entrindet und an der Luft getrocknet.

Die Dauer der Imprägnierung ist je nach der Holzart, Fällungszeit, Länge und Stärke des Stammes sehr verschieden und variiert von 48—100 Stunden. Ist nach 100 Stunden die Imprägnierung noch nicht genügend erfolgt, so wendet man den Stamm um und läßt die Flüssigkeit am anderen Ende des Stammes eintreten. Bei Telegraphenstangen, wo es sich vorzugsweise um die Durchtränkung des unteren, in den Boden zu befestigenden Endes handelt, wird das Umwenden nicht vorgenommen.

Der Grad der Durchtränkung läßt sich schon aus der mehr oder minder deutlich hervortretenden, blaugrünen Farbe des Holzes beurteilen. Ein sehr empfindliches Reagens auf Kupfer ist eine mit Essigsäure angesäuerte Lösung von gelbem Blutlaugensalz (Kaliumferrocyanid K_4FeCy_6). Beim Betupfen des Holzes mit dieser Lösung entsteht auf den imprägnierten Stellen eine rotbraune Farbe.

Die Intensität der Färbung läßt auf den Grad der Imprägnierung schließen. Der beim Beginn der Imprägnierung aus den Stämmen ablaufende Holzsaft ist wertlos und wird nicht aufgesammelt. Die später nachkommende kupferhältige Flüssigkeit wird mittelst Holzrinnen in ein Sammelbassin geleitet. Aus den sehr verdünnten Lösungen gewinnt man das Kupfer durch Fällung mit Eisen. Die Lösungen von ¹/₂ ° B. aufwärts werden durch Sand filtriert, durch Zugabe von Kupfervitriol auf 1 % ergänzt und neuerlich verwendet.

§ 13. 3. Das pneumatische oder Dampfdruck-Verfahren wurde von Bréant und Payen erfunden, von Burnett, Bethell, Blythe und andere verbessert. Dasselbe besteht im wesentlichen darin, daß man das fertig zugeschnittene oder gezimmerte Holz (Schwellen, Pfosten, Stangen, Bretter, Schindeln 2c.) zuerst dämpft oder trocknet, sodann einer Luftverdünnung aussetzt und schließlich unter Hochdruck mit der Imprägnierungsflüssigkeit sättigt. Diese letztere ist entweder eine Zinkchloridlösung oder Teeröl oder endlich ein Gemenge dieser beiden Substanzen.

Der Apparat besteht aus einem horizontalen Imprägnierungszylinder aus Kesselblech von 9 bis 12 m Länge und 2 m Durchmesser. Die vordere Stirnseite desselben ist mit einem abnehmbaren, luftdicht schließenden Deckel versehen, welcher mittelst Laufrollen auf einer Hängebahn verschiebbar ist. Den dichten Schluß bildet ein in die Flantsche eingegossener Bleiring von schwalbenschwanzförmigen Querschnitt. Zur Zuhaltung dienen entweder charnierartig umlegbare Schraubenbolzen oder Klobenschrauben. An der rückwärtigen Stirnwand des Kessels sind mehrere Probehähne, ein Lufthahn, Wasserstandzeiger, Thermo-

meter, Manometer und Vakuometer angebracht. Der domartige Aufsatz des Kessels steht mit der Dampfleitung und mit einer Luftpumpe in Verbindung. Am Boden des Kessels ist ein Ventil zum Ablassen des Kondensationswassers, ein zweites für den Eintritt und ein drittes für den Auslauf der Imprägnierungsflüssigkeit vorhanden. In der Nähe des Kessels sind zwei in Zement gemauerte Bassins mit je 27 m³ Fassungsraum für die Imprägnierungsflüssigkeit in den Boden eingelassen. Eine Saug- und Druckpumpe stellt die Verbindung dieser Bassins mit dem Kessel her. An sonstigen Einrichtungen sind noch vorhanden: 6 Bügelrollwägen zum Einbringen des Holzes in den Imprägnierungskessel, ein Dampfkessel für 4 Atmosphären Spannung, eine 10 pferdekräftige Betriebsmaschine, ein Speisewasserreservoir, diverse Bottiche für die Darstellung der Zinkchloridlösung, ein Trockenofen und eine Zentesimal-Brückenwage. Die Arbeit ist verschieden, je nachdem Zinkchlorid oder Teeröl in Anwendung kommt.

A. Bei der Imprägnierung mit Zinkchlorid wird in folgender Weise vorgegangen: Das fertig zugerichtete Holz wird auf Bügelwägen, welche dem Innenraum des Kessels möglichst genau angepaßt sind, so verladen, daß die Flächen der Holzstücke nicht dicht aneinander liegen, andererseits aber auch nicht viel Spatium belassen. Der Kessel faßt 3 solche Wägen, welche auf einem Geleise eingeführt werden. Sodann wird der Schlußdeckel vorgeschoben und verschraubt.

Die Holzfüllung wird zunächst während 1½—3 Stunden bei 1—1,5 Atm. Ueberdruck gedämpft und das dabei entstehende Kondensationswasser zeitweise abgelassen. Das Dämpfen hat den Zweck, den Holzsaft aus den Zellen zu verdrängen und durch Dampf zu ersetzen. Nach der Dämpfung wird der Ueberdruck abgeblasen und die Luftpumpe in Aktion gesetzt. Man erzeugt ein Vakuum von 600 bis 700 mm, welches durch 1—1½ Stunden unterhalten wird. (Die Kaiser-Ferdinands-Nordbahn normiert eine Druckverminderung von 78 % des jeweiligen Barometerstandes). Das Evakuieren hat den Zweck die Zellräume luftleer zu machen, respektive die darin vorhandene Luft und den Dampf so weit zu verdünnen, daß die Imprägnierungsflüssigkeit eindringen kann. Als dritte Prozedur folgt die eigentliche Imprägnierung. Unter beständig erhaltener Druckverminderung läßt man die kalte oder auf 50° C. erwärmte Zinkchloridlösung durch den äußeren Luftdruck in den Kessel eintreten, bis er gefüllt ist. Sodann wird die Druckpumpe in Anwendung gebracht und ein Ueberdruck von 7—8 Atm. erzeugt. In dem Maße als Flüssigkeit in das Holz eindringt, läßt der Druck nach und muß neuerlich aufgepumpt werden. Der Ueberdruck soll durch etwa drei Stunden erhalten bleiben. Ist die Prozedur beendet, so wird die Flüssigkeit in das zweite Bassin abgelassen, durch Zusatz einer konzentrierten Zinkchloridlösung wieder auf die normale Stärke von 3° B. gebracht, um neuerlich verwendet zu werden. Nachdem alle Flüssigkeit ausgelaufen ist, wird der Imprägnierungskessel geöffnet, das Holz ausgefahren und zur Lufttrocknung aufgestellt. Für Buchenschwellen wenden einzelne Anstalten auch schwächere Lösungen (1° B.) an, ob mit Erfolg ist nicht bekannt. Dagegen werden für Eichenschwellen, welche weniger von der Lösung aufnehmen, höhere Konzentrationen (4—5° B) in Anwendung gebracht.

B. Die Imprägnierung mit Teeröl umfaßt ebenfalls 3 Operationen: 1.) das Trocknen des Holzes; 2.) die Herstellung der Druckverminderung und 3.) das Einpressen der Imprägnierungsflüssigkeit.

Das Wasser wirkt bei der Imprägnierung mit Teeröl nachteilig, weil sich diese beiden Flüssigkeiten nicht mischen. In die wasser-, respektive safthältigen Zellen kann das Teeröl nicht eindringen und muß daher der Imprägnierung eine Trocknung vorangehen. Zu diesem Behufe werden die Hölzer in einer gut konstruierten Trockenkammer allmählich bis auf 130° C. erwärmt und bei dieser Temperatur so lange erhalten, bis keine Wasserdämpfe mehr entweichen. Das Holz wird in noch warmem Zustande in den Imprägnierungs-

kessel eingefahren und derselbe verschlossen. Das Evakuieren und Einpressen der Flüssigkeit geschieht in derselben Weise, wie unter A beschrieben wurde, nur mit dem Unterschiede, daß die Imprägnierungsflüssigkeit niemals kalt, sondern stets auf 40—50° C. erwärmt in Anwendung gebracht wird. Die Erwärmung ist notwendig, um das schwere Teeröl dünnflüssiger zu machen. Entschiedene Vorzüge des Teeröles sind: 1.) daß es schon in geringer Menge sehr gut konservierend wirkt; 2.) daß es Harze löst und daher auch in harzführenden Zellen, welche für wässerige Lösungen unzugänglich sind, eindringen kann; 3.) daß es in Wasser nahezu unlöslich ist und daher der Auswaschung viel länger widersteht, als alle früher genannten Metallsalze. Als Nachteile sind dagegen anzuführen: 1) der hohe Preis des Teeröls und 2) der Umstand, daß es trotz Erwärmung noch immer zu konsistent bleibt, um sehr tief in den Holzkörper einzudringen. Gerade das Gegenteil läßt sich vom Zinkchlorid sagen. Es wirkt viel weniger antiseptisch als das Teeröl, besitzt kein Lösungsvermögen für Harze und kann leicht aus dem Holze ausgewaschen werden. Dagegen ist es aber sehr billig und dringt, vermöge der dünnflüssigen Beschaffenheit der Lösung tief in das Holz ein. Der Gedanke, diese Substanzen, welche sich in ihren Eigenschaften gewissermaßen ergänzen, in Kombination anzuwenden, lag daher sehr nahe und wurde zuerst von G. Rütgers in der Imprägnierungsanstalt zu Angern an der österr. Nordbahn zur Ausführung gebracht. Eine wässerige Zinkchloridlösung von 3° B. nimmt ungefähr 1 Proz. Karbolsäure aus dem schweren Teeröl auf und ist zur Imprägnierung unmittelbar geeignet. Das Verfahren ist dasselbe, wie bei reiner Zinkchloridlösung: Dämpfen, Evakuieren und Einpressen der Lösung unter Anwendung von 7 bis 8 Atm. Ueberdruck.

Nach dem System Blythe wird zuerst Wasserdampf, welcher mit Kreosotdämpfen geschwängert ist, und dann erst schweres Teeröl als solches in Anwendung gebracht. Da der Wasserdampf nur wenig Kreosot und Karbolsäure aufzunehmen im stande ist und das in den Holzzellen verbleibende Wasser bei der nachträglichen Imprägnierung mit schweren Teerölen geradezu hinderlich wirkt, so ist ein Vorteil dieser Modifikation nicht einzusehen.

§ 14. 4. Das Imprägnieren mit antiseptischen Dämpfen. Diese Methode wurde von verschiedenen Seiten versucht, aber erst durch Oberst L. de Paradis mit Erfolg durchgeführt und steht gegenwärtig auf der österr. Südbahn in Anwendung. Der Apparat ist transportabel eingerichtet und auf einem achträderigen Eisenbahnwagen montiert. Das fertig zugerichtete Holz wird zuerst gedämpft, sodann mit überhitztem Wasserdampf getrocknet, evakuiert, mit Teeröldämpfen imprägniert und schließlich langsam abkühlen gelassen. Die Imprägnierung gelingt bis in das Innerste; selbst Wurzelholz wird von den Teerdämpfen vollkommen durchdrungen.

Kritik der verschiedenen Imprägnierungs-Methoden.

§ 15. Das Einsumpfen ist das einfachste und primitivste Verfahren. Es setzt keinerlei maschinelle Einrichtung, auch kein eigens hiefür geschultes Arbeiterpersonal voraus und kann daher überall betrieben werden, wo selbst nur vorübergehende Lieferungen von imprägnierten Hölzern zu machen sind. Diese Methode eignet sich aber ausschließlich nur für Quecksilberchlorid, welches schon in minimalen Mengen ausgiebig antiseptisch wirkt. Für alle anderen Imprägnierungsmittel, welche weniger wirksam sind oder ein geringeres Diffusionsvermögen besitzen, ist es gänzlich unbrauchbar, weil ein tieferes Eindringen der Lösung in den Holzkörper ohne Anwendung von Druck nicht möglich ist. Die nach dieser Methode imprägnierten Schwellen lassen übrigens auch nur bis auf eine Tiefe von etwa 2 cm Quecksilberchlorid durch Betupfen der Querschnittfläche mit einer Schwefelalkalilösung erkennen. Bleiben jedoch solche Schwellen längere Zeit an der Luft oder im Boden liegen, so dringen wenigstens Spuren des Imprägnierungsmittels vermöge der Kapillaritätswirkung tiefer in das Holz ein. Sonst wäre es auch nicht erklärlich, daß derartig präparierte

Hölzer, nach den 25—30jährigen Erfahrungen bei verschiedenen Bahnen ungefähr dieselbe Dauer aufweisen, wie die unter Hochdruck mit Zinkchlorid und Teeröl imprägnierten. Mehrfach wurde die Beobachtung gemacht, daß die Lockerung des Gefüges zuerst im Innern der Schwellen begann, während die äußere Schichte, welche mehr von dem Imprägnierungsmittel aufgenommen hatte, sich bedeutend widerstandsfähiger erwies.

2. Das hydrostatische Verfahren hat gleich dem früher genannten den Vorteil, daß es mit einfachen Mitteln und zwar auch an ambulanten Sammelplätzen, in der Nähe der Holzschläge inszeniert werden kann. Es ist für Kupfervitriol und auch für Zinkchlorid anwendbar. Quecksilberchlorid und Teeröl sind der unvermeidlichen Verluste, und letzteres auch der geringen Diffusibilität wegen, gänzlich ausgeschlossen.

Nachteile dieses Verfahrens sind folgende: 1.) Muß frisch gefälltes Holz mit möglichst unverletzter Rinde in Anwendung kommen. Alle Bringungsarten, bei welchen eine erhebliche Verletzung der Rinde stattfindet, sowie jeder weitere Transport des Holzes überhaupt, sind unzulässig. 2.) Können nur solche Hölzer, welche eine weitere Zurichtung nicht erfordern (also vorzugsweise Telegrafenstangen und runde Bauhölzer), mit Vorteil imprägniert werden, da bei einer eventuellen nachträglichen Zurichtung gerade jene Partie in Abfall kommt, welche am meisten durchtränkt ist. 3.) Geht immer ein Teil des Imprägnierungsmittels verloren, wodurch das Verfahren wesentlich verteuert wird. 4.) Nimmt die Imprägnierung unverhältnismäßig lange Zeit in Anspruch, und da immer nur wenig Stämme gleichzeitig in Arbeit genommen werden können, so ist dieses Verfahren für Massenproduktion, oder für ausgedehnteren Betrieb überhaupt, nicht geeignet.

3. Das pneumatische Verfahren ist zur Zeit das gebräuchlichste und für fabriksmäßigen Betrieb auch das zweckmäßigste. Für jede Charge werden, je nach der Größe des Kessels, 120—200 Stück Schwellen eingefahren. Die ganze Prozedur dauert bei dem neueren intensiven Dämpfungs- und Imprägnierungs-Verfahren 6—8 Stunden und können daher in 24 Stunden 360—600 Stück Schwellen imprägniert werden. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß das Holz in fertig faconiertem Zustande in Anwendung kommt. Die Außenschichte der Schwellen und anderer Hölzer, welche sonst am frühesten der Zersetzung unterliegt, ist am vollständigsten imprägniert und daher auch am meisten geschützt. Jeder Verlust durch das nachträgliche Zurichten des Holzes fällt hier weg. Die gebrauchte Imprägnierungsflüssigkeit kann, nach Ergänzung auf den normalen Prozentgehalt, ohne weiteres immer wieder verwendet werden. Bei dem hydrostatischen Verfahren hingegen geht ein Teil der aus den Stämmen abfließenden Imprägnierungslösung ganz verloren und der andere Teil ist durch den Holzsaft so stark verunreinigt, daß er nur durch umständliche und dabei doch wenig wirksame Reinigungsprozeduren notdürftig wieder brauchbar gemacht werden kann. Der Umstand, daß für dieses Verfahren eine komplete Fabriksanlage mit Dampfbetrieb erforderlich ist, kann dort, wo es sich um eine große Leistungsfähigkeit handelt, nicht als Nachteil gelten.

4. Die Imprägnierung mit antiseptischen Dämpfen ist ohne Zweifel das wirksamste Verfahren, weil die Dämpfe viel tiefer in das Holz eindringen, als dies bei irgend einer Flüssigkeit möglich ist. Dieses Verfahren ist aber zugleich auch das umständlichste und erfordert viel mehr Umsicht und Aufmerksamkeit als alle vorgenannten. Schon die Bedienung von drei Feuerheerden (Erzeugung des Wasserdampfes, Ueberhitzen desselben und Darstellung der Teerdämpfe) macht die Prozedur kompliziert; jedoch kann man sich diese Unbequemlichkeiten bei den sonstigen großen Vorteilen, welche dieses Verfahren bietet, gefallen lassen. Die Leistungsfähigkeit ist gleich dem pneumatischen Verfahren. In der Imprägnierungsanstalt der österr. Südbahn zu Pettau werden mit einem Apparat bei 8stündiger Chargedauer 180 Stück Schwellen, in 24 Stunden daher 540 Stück Schwellen imprägniert.

Nach dem Referate der Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker in Danzig 1884 wurden von den verschiedenen Eisenbahnverwaltungen folgende auf Schwellen-Imprägnierung bezügliche Daten geliefert:

I. Arten der Imprägnierung.

Imprägnierungsmittel und Methoden		Zahl der Bahnverwaltungen, welche diese Art der Imprägnierung benützten. Im Jahre 1865	1878	1884
Pneumatisches Verfahren	Zinkchlorid	8	20	22
	Schweres Teeröl	4	13	11
	Zinkchlorid und schweres Teeröl	—	4	7
	Kreosothaltiger Wasserdampf und Teeröl (Blythe)	—	1	1
Teils Boucherie teils pneumatisches Verfahren	Kupfervitriol	15	5	1
Einsumpfen	Quecksilberchlorid	3	8	4
System Paradis	Teeröldämpfe	–	—	1
Diverse Verfahren	Eisenvitriol und Zinkvitriol	1	—	—
	Schwefelbaryum und Eisenoxydul	2	—	—
	Antiseptikum? (Hennings und Reinhardt)	—	—	1

Demnach ist das pneumatische Verfahren und zwar sowohl die Anwendung von reinem Zinkchlorid, als auch Zinkchlorid im Gemenge mit schwerem Teeröl in steter Zunahme begriffen. Teeröl für sich allein findet in den letzten Jahren weniger Verwendung. Das Einsumpfen unter Anwendung von Quecksilberchlorid ist im Rückgange begriffen. Der Kupfervitriol hat als Schwellenimprägnierungsmittel keine Bedeutung mehr. Dagegen wird er aber zur Imprägnierung von Telegrafenstangen nach dem hydrostatischen Verfahren häufig benützt. Eisenvitriol, Zinkvitriol, Schwefelbaryum und Eisenoxydul, welche früher benützt wurden, finden keine Anwendung mehr.

II. Menge der aufgenommenen Imprägnierungsflüssigkeit.

Holzart	Flüssigkeitsaufnahme in Kgr. pro Schwelle (1 Schwelle durchschnittl. = 0,1 cbm.) Zinkchlorid	Zinkchlorid und Teeröl	Teeröl
Eiche	8,5—10,0	7,0—8,5	50—8,0
Buche	25—33	20—30	18—22
Kiefer	20—26	18—22	12—18

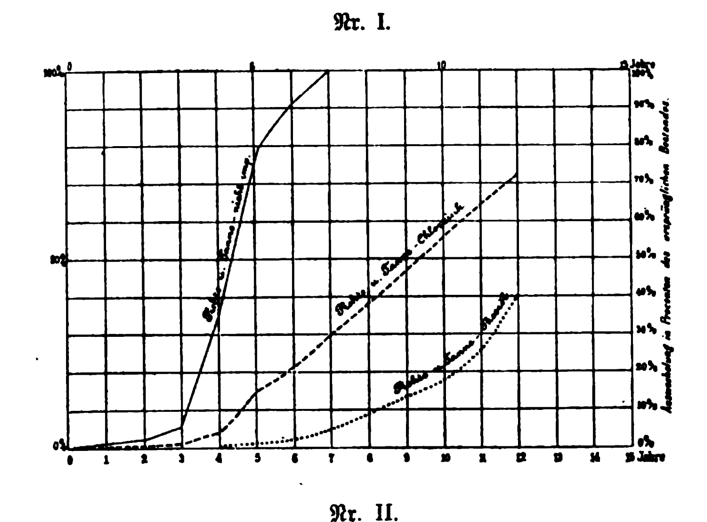
III. Durchschnittliche Kosten der Imprägnierung einer Schwelle in Mark.

Imprägnierungsmittel	Eiche	Buche	Kiefer
Zinkchlorid	0,37	0,44	0,47
Zinkchlorid und Teeröl	0,61	0,86	0,74
Teeröl	1,00	1,90	1,70
Quecksilberchlorid	—	–	0,75
Teeröldämpfe (System Paradis)	—	0,76	—
„ („ Blythe)	0,58	—	0,61

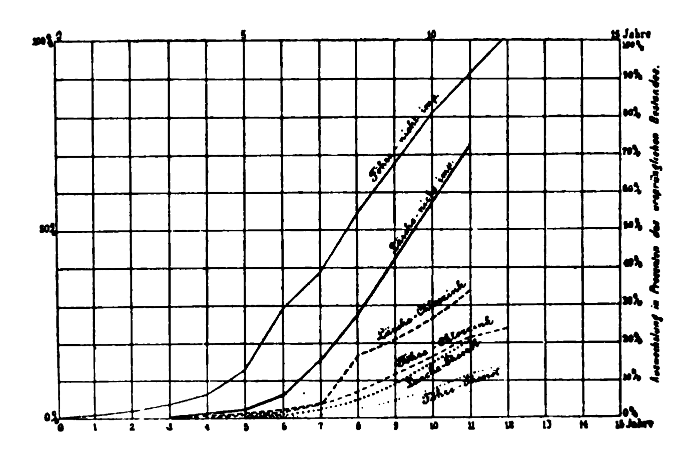
IV. Dauer der imprägnierten Schwellen.

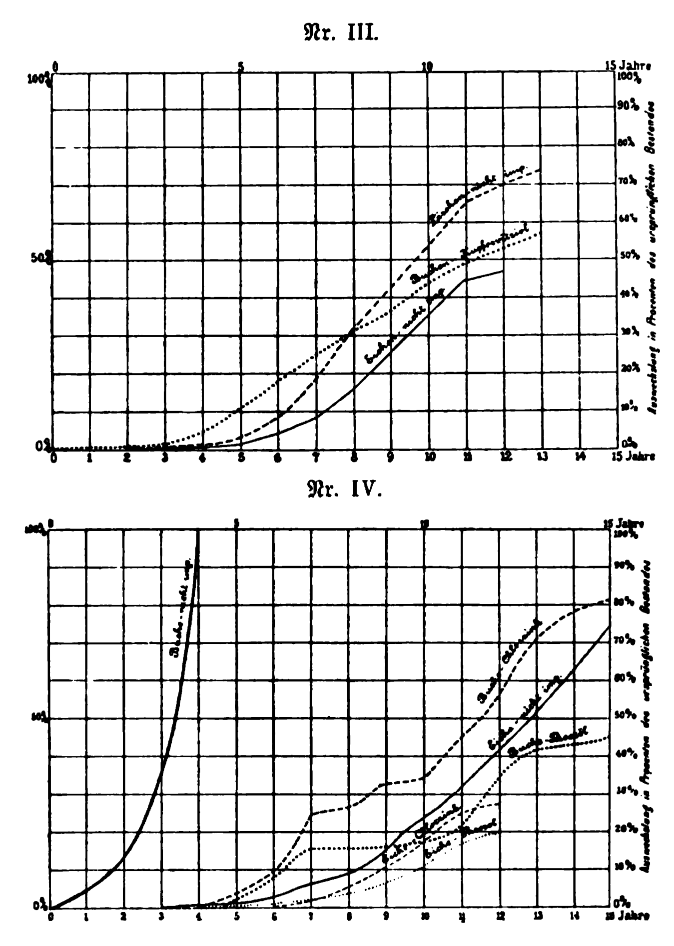
Ueber diesen Punkt sind in dem angezogenen Referate zwar mancherlei Angaben enthalten, jedoch können Durchschnittszahlen daraus nicht entnommen werden, weil dieselben kein getreues Bild über den wirklichen Wert der verschiedenen Imprägnierungsmittel und -Methoden geben. Die mechanische Abnützung der Schwellen, welche dabei ganz wesentlich in Betracht kommt, ist auf den verschiedenen mehr oder minder stark befahrenen Strecken eine sehr ungleiche, so daß sich aus den Angaben verschiedener Bahnverwaltungen kein allgemein giltiges Mittel ziehen läßt. Ein Vergleich ist nur möglich bei ein und derselben Bahn, wo neben den auf verschiedene Art imprägnierten Schwellen auch nicht imprägnierte derselben Holzart in Verwendung stehen und in gleicher Weise (gleiche Bodenbeschaffenheit und gleich starke mechanische Abnützung) in Anspruch genommen werden. Nachstehende graphische Darstellungen habe ich den betreffenden Eisenbahnverwaltungen direkt zu verdanken. Die Nummern I bis III beziehen sich auf die Linien der K. Elisabeth-Bahn und K. Ferd.-Nordb. (Imprägnierung G. Rütgers in Wien), Nr. IV auf jene der Südbahn. Sämtliche Darstellungen geben den Stand bis Ende 1885 an.

Nr. I.



Nr. II.





Nr. III.

Nr. IV.

Zusammenstellung über die im Jahre 1884 in den Geleisen der Eisenbahnen liegenden hölzernen Schwellen.

Eisenbahnen	Eichen	Buchen	Lärchen	Tannen u. Kiefern	Zusammen	im-prägniert	nicht im-prägniert
	Millionen Stücke						
Deutsche	31,070	0,636	0,210	24,080	55,996	38,708	17,288
Oesterr.-ungarische . .	21,454	1,510	3,778	5,298	32,040	5,955	26,085
Niederländische und andere Vereinsbahnen .	5,088	0,049	0,004	0,659	5,801	0,531	5,269
Summe .	57,612	2,195	3,992	30,037	93,837	45,194	48,642

Demnach werden in Deutschland 69,1 in Oesterr.-Ungarn dagegen nur 18,6 Proz. sämtlicher Schwellen imprägniert.

Schließlich sei nur noch bemerkt, daß imprägniertes Holz heute fast ausschließlich bei Eisenbahnen, und hier auch nur wieder für Schwellen und Telegraphenstangen Anwendung findet.

Im Hochbau, Schiffbau, Bergwesen u. s. w., wo das Holz geradezu unentbehrlich ist und dessen frühzeitige Zerstörung die unangenehmsten Konsequenzen nach sich zieht, hat man die Imprägnierungsfrage noch gar nicht in Angriff genommen. Ueberhaupt ist die ganze Holzkonservierung mehr Sache der Zukunft als der Gegenwart.

IV. Cellulosefabrikation.

§ 16. Das Rohmaterial. Zur Cellulosefabrikation eignen sich vor allem die Nadelhölzer, welche eine lange, geschmeidige, gut verfilzbare, schwach gefärbte und gut bleichfähige Faser liefern. Minder geeignet sind die weichen Laubhölzer und am wenigsten brauchbar die meisten harten Laubhölzer. Nach ihrer Verwendbarkeit nehmen die Holzarten folgende Rangordnung ein: 1.) die Fichte (Abies excelsa); 2.) die Kiefer (Pinus sylvestris); 3.) die Lärche (Larix europaea); 4.) die Tanne (Abies pectinata); 5.) die Espe (Populus tremula); 6.) die Pappel (Populus nigra); 7.) die Birke (Betula alba). In der Regel werden aber nur die vier erstgenannten Holzarten zur Fabrikation herangezogen. Die Darstellung der Cellulose umfaßt folgende Prozeduren:

1. Das Putzen und Zerkleinern des Holzes.
2. Das Aufschließen des zerkleinerten Holzes und die Erzeugung (eventuell Regenerierung) der Lauge.
3. Das Auslaugen, Waschen, Zerfasern (und eventuell Bleichen) der Rohcellulose.
4. Das Verfilzen der fertigen Cellulose zu Rollenpapier und Trocknen desselben.

§ 17. 1. Das Putzen und Zerkleinern des Holzes. Das Holz muß von allen zufälligen Verunreinigungen, wie Erde, Sand, Kohlenteilchen &c., welche namentlich an den beiden Enden der Scheite und Klötze zu finden sind, befreit werden. Rinde und Bast müssen abgeschält, die Aeste und Knorren ausgebohrt werden, da dieselben der Aufschließung widerstehen und bleichunfähig sind. Die größte Sorgfalt in der Putzerei ist unbedingtes Erfordernis, weil die Verunreinigungen später nicht mehr zu entfernen sind und das Produkt verderben. Am besten gelingt das Putzen durch Handarbeit, ist aber dafür auch am kostspieligsten. In allen größeren Fabriken verwendet man zum Zerkleinern und Putzen des Holzes eigene Maschinen, und zwar: 1.) die Holzspaltmaschine, bei welcher ein Beil langsam auf und ab bewegt wird, um stärkere Klötze 2, 3 oder mehrmals zu spalten; 2.) die Rindenschälmaschine, eine rasch rotierende Scheibe mit hobelartig eingesetzten Messern; 3.) die Astbohrmaschine, ein langsam rotierender, gewöhnlicher Schneckenbohrer, welcher übrigens seinen Dienst nur sehr unvollkommen verrichtet, weil man den Verlauf der Knorren im Innern des Holzes äußerlich nicht beurteilen kann. Viel zweckmäßiger ist die von Ing. C. Völkner in Wien konstruierte Astfraise, welche aus 3 aneinander liegenden, entsprechend geschränkten Zirkularsägeblättern besteht.

Der Abgang durch das Putzen beträgt bei entrindeten Stämmen 5—6 %, bei minderer Qualität derselben 10—15 %, bei berindeten ästigem Scheitholz 15—20 % und bei Prügelholz 20—30 % vom Holzgewicht. Nach dem Spalten und Putzen folgt die Zerkleinerung des Holzes in kurze, dicke Späne (Schnitzel) von 8—12 mm Breite in der Richtung der Faser, 5—10 mm Dicke und 10—50 mm Länge quer zur Faser. Die Holzschneidemaschine besteht aus einer vertikalen Messerscheibe auf horizontaler Welle. Die Dimension der Späne wird einerseits durch die Messeröffnungen in der Schneidescheibe und anderseits durch die Stellung eines Supports, welcher die Holzklötze gegen die rasch rotierende Scheibe drückt, bedingt. Die von der Schneidescheibe gelieferten Späne besitzen Scheiben- oder Ringform von der angegebenen Breite und Dicke. Die weitere Zerkleinerung (das Zerbrechen der Späne) geschieht in einer gewöhnlichen Konusmühle. Um die Schnitzel von dem beigemengten Holzstaub (Sägemehl) zu befreien, passieren dieselben auf dem Wege von den Zerkleinerungsapparaten zu den Kochern ein schief liegendes Rotationssieb. Mitscherlich zerschneidet das Holz nur in Scheiben über Hirn von 10 mm Dicke, aus welchen die Astknoten ausgebohrt werden. Ritter-Kellner schneiden Späne unter 45° zur Richtung der Faser.

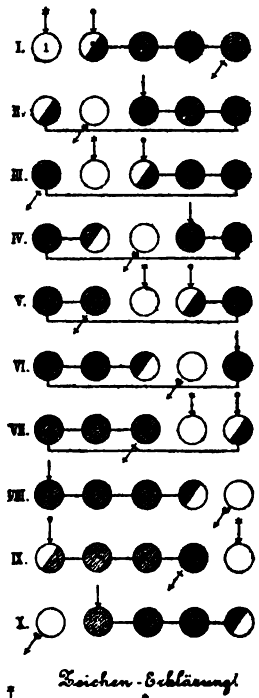
§ 18. 2. Das Aufschließen des zerkleinerten Holzes. Für diesen Zweck

wurden eine Reihe von Agentien (verschiedene Mineralsäuren, Aetzalkalien, Schwefelalkalien, schwefligsaure, unterschwefligsaure Alkali- und Alkalierdmetalle 2c.) empfohlen. In der Praxis haben jedoch nur zwei derselben, nämlich das Aetznatron und das Calciumbisulfit, eine allgemeine Anwendung gefunden. Das Aetznatron wird entweder aus Soda (Natriumkarbonat) oder aus Glaubersalz (Natriumsulfat) dargestellt.

Danach unterscheidet man gegenwärtig drei Methoden:

A. Das Sodaverfahren (allgemein schlechthin Natronverfahren genannt), B. das Sulfatverfahren und C. das Sulfitverfahren.

A. Das Natronverfahren. Bei demselben wird die Aufschließung des Holzes durch Natronlauge (NaHO) von 10—12° B., unter einem Drucke von 6—10 Atmosphären bewirkt. Die Digestionsdauer schwankt zwischen 5 und 7 Stunden. Die Digestoren (Kocher) sind zylindrische, vertikal (seltener horizontal) gestellte Kessel aus starkem Eisenblech von etwa 100 Hektoliter Fassungsraum. Bei den Vertikalkesseln ist oben die Füll- und seitlich unten die Entleerungsöffnung für das rohe, respektive aufgeschlossene Holz angebracht. Die Holzfüllung liegt auf Siebplatten, welche die Lauge durchlassen, die Späne aber zurückhalten. Um die Wärmeverluste durch Ausstrahlung nach Möglichkeit zu verhindern, sind die Kocher mit einem Isolierungsmaterial (Holzspäne, Cellulosepappe oder dergl.) belegt und mit Bretterwänden verschalt. In der Regel sind mehrere (4—6) Kocher durch Röhren- und Ventil-Verbindungen zu einer Batterie vereinigt. Das Arbeiten mit einzelnen Kochern ist unzweckmäßig, weil in denselben die Lauge nicht vollständig ausgenutzt werden kann. Alle Röhren und sonstige Armaturteile müssen aus Eisen hergestellt sein. Messing, Kupfer 2c. werden durch die Lauge stark angegriffen. Die Batterie steht in Verbindung mit den Laugenvorwärmern und mit dem Dampfkessel. In ersteren wird die Lauge durch direkte Heizung auf die erforderliche Temperatur (gewöhnl. 175° C. = 8 Atm. Ueberdruck) gebracht und sodann in die bereits mit Holz beschickten Kocher übergedrückt. Die Lauge tritt von unten in den Kocher ein, damit beim Aufsteigen derselben alle Luft aus der Schnitzelmasse verdrängt wird. Da die Lauge dabei an Temperatur verliert, so muß nachgeheizt werden, was durch direkte Dampfeinströmung in den Kocher geschieht. (Kocher mit direkter Feuerung haben sich nicht bewährt.)



Nebenstehendes Schema versinnlicht den Gang der Batteriearbeit. Im Stadium I wird der Kocher 1 mit Holz beschickt. Die übrigen Kocher sind durch geeignete Ventilstellung mit einander verbunden. Durch Dampfdruck wird die Lauge in den Kochern 2 bis 5 vorgeschoben, so daß der Laugeninhalt von 2 nach 3, jener von 3 nach 4 u. s. w. gelangt, während die bereits durch vorhergegangene Kochungen ausgebrauchte Lauge in 5 aus der Batterie abläuft. Im Stadium II erhält der Kocher 3 frische Lauge aus dem Vorwärmer. Dabei wird die bereits vorhanden gewesene Lauge von 3 auf 4, von 4 auf 5 und von 5 auf 1 vorgeschoben, wo sie in der frischen Holzfüllung von unten aufsteigt. Ist der Kocher 1 ganz mit Lauge gefüllt, so wird der Laugenzufluß auf 3 abgesperrt. Gleichzeitig wird aus dem im Stadium I durch Dampfdruck von der Lauge befreiten Kocher 2 die Rohcellulose entleert. Die übrigen Stadien ergeben sich nach dieser Erläuterung aus dem Schema, welches für den Kocher 1 vollständig durchgeführt ist, von selbst. Jeder Kocher erhält in einem ganzen Turnus (10 Stadien) 7-mal andere und zwar immer reinere und zuletzt ganz frische, farblose Lauge. Dadurch wird nicht nur die Lauge vollkommen ausgenützt (d. h. mit Zersetzungsprodukten des Lignins gänzlich beladen), sondern auch die Rohcellulose reiner (weniger dunkel gefärbt) und läßt sich leichter auswaschen. Die Arbeit ist bei dem Batteriebetrieb eine kontinuierliche, schnellere, regelmäßigere

und der Wärmeverbrauch ein geringerer. Auch läßt sich, wenn eine genügende Anzahl Kocher vorhanden ist, das erste Auswaschen der Rohcellulose in der Batterie selbst mit überhitztem Wasser vornehmen. Die dabei erhaltene verdünnte Lauge kann man für den gleichen Zweck auch noch ein 2tes und 3tes mal verwenden, wobei die Waschlauge immer mehr an Konzentration gewinnt. Kurz es lassen sich beim Batteriebetrieb mehrfache vorteilhafte Kombinationen treffen, welche bei Einzelkochungen nicht möglich sind. Die Zahl der zu einer Batterie vereinigten Gefässe darf jedoch ein gewisses Maß nicht überschreiten, weil sonst durch den Reibungswiderstand in den Rohrleitungen und in der Schnitzelmasse die Zirkulation der Laugen erschwert wird.

Druck (respektive Temperatur), Kochdauer und Konzentration der Lauge müssen dem jeweiligen Rohmaterial angepaßt werden. Am leichtesten kocht sich Fichtenholz, dann folgt Föhre und Lärche und am schwierigsten gelingt die Aufschließung bei Tannenholz. Bei letzterem sind die Fasern gröber, weniger geschmeidig und kommen häufig steife, weiße, abnorm glänzende Splitter (sogen. Splinsen) vor, welche ihren Glanz auch in der Bleiche nicht verlieren und selbst im fertigen Papier noch sichtbar sind.

Erzeugung der Kochlaugen. Die zum Aufschließen des Holzes erforderliche Aetzlauge wird durch Kaustizierung der Soda mit Aetzkalk dargestellt. Die Soda kann zum größten Teil aus den gebrauchten Kochlaugen durch Regenerierung wiedergewonnen werden und jener Teil, welcher bei den Manipulationen verloren gegangen ist, wird durch entsprechende Menge neuer Soda ersetzt. Zum Kaustizieren benützt man eiserne Gefäße von rundem oder viereckigem Querschnitt, welche mit einem Rührwerke versehen sind. In jedem Gefäß ist ein Schnatterrohr zum Einleiten des Dampfes und ein Heber zum Abziehen der fertigen Lauge angebracht. Für eine Kaustizierung werden in der Regel 2000 Klgr. Soda und 1100 Klgr. frisch gebrannter Kalk (entsprechend 55 % vom Sodagewicht) angewendet. Die Konzentration der Sodalösung darf das spezifische Gewicht 1,1 nicht übersteigen, weil in stärkeren Lösungen die Kaustizierung nur schwierig und unvollständig erfolgt. Der chemische Prozeß der Kaustizierung wird durch folgende Gleichung versinnlicht:

$$\underbrace{Na_2CO_3}_{\text{Soda}} + \underbrace{CaO}_{\text{Aetzkalk}} + H_2O = \underbrace{2NaHO}_{\text{Aetznatron}} + \underbrace{CaCO_3}_{\text{Calciumkarbonat}}.$$

Die Soda-Aetzkalkmischung wird unter fortwährendem Rühren aufgekocht, und sobald die Kaustizierung beendet ist, der Dampf abgestellt, der Niederschlag von Kalciumkarbonat absitzen gelassen, und die fertige Lauge abgezogen. Da letztere nicht vollkommen klar ist, so muß sie ein Sandfilter (oder eine Filterpresse) passieren, um die feinen suspendierten Schlammteilchen zurückzuhalten. Die filtrierten Laugen müssen alsbald (längstens nach 2—3 Tagen) ihrer Verwendung zugeführt werden, da sonst die Kaustizität wesentlich zurückgeht. Der Schlamm ($CaCO_3$) wird gesammelt und in größeren Partieen ausgelaugt, um das darin enthaltene Aetznatron zu gewinnen.

Regenerierung der Laugen. Die ausgebrauchte Lauge, wie sie aus der Batterie abgelassen wird, ist tief dunkelbraun, fast schwarz gefärbt, von den humusartigen Zersetzungsprodukten des Lignin. Sie enthält ferner die beim Kochprozeß gebildete Harzseife und andere Auslaugeprodukte des Holzes.

Bei den in meinem Laboratorium untersuchten Laugen wurde im Mittel aus mehreren Analysen gefunden:

	Grammen pro 1 Liter Lauge		
	Gesamt-Trockensubstanz (Natron als NaHO berechnet)	Gesamt-Alkalinität (bezogen auf NaHO)	Auslaugeprodukte aus dem Holze
Frische Lauge (von der Regenerierung)	110,1	106,9	3,2
Lauge aus dem mittleren Kocher (III) der Batterie	160,3	85,3	75,0
Lauge aus dem letzten Kocher (V) der Batterie	158,6	76,9	81,7

Die Abnahme der Gesamt-Trockensubstanz von dem Kocher III zu V erklärt sich aus der Verdünnung der Lauge durch die direkte Dampfeinströmung in die Kocher. Die Waschlaugen aus den Cellulose-Auswaschcysternen enthalten etwa 70—80 Grm. Trockensubstanz pro Liter.

Um das Natron aus den Laugen wieder zu gewinnen, müssen dieselben zur Trockene verdampft werden. Der erhaltene Rückstand muß vollständig entwässert und geglüht werden, wobei die organische Substanz verbrennt und das Natron wieder in Karbonat (Soda) verwandelt wird. Das erste Eindampfen, bis zu einer mäßigen Konzentration, geschieht nicht selten im Dampfkessel, welcher mit Lauge anstatt Wasser gespeist wird. Die aus diesem Kessel entwickelten Dämpfe sollen nur zur Heizung in der Batterie, aber nicht für den Betrieb der Maschine benützt werden, weil der Dampf immer geringe Mengen von Lauge mitführt. Das weitere Eindampfen erfolgt in offenen Pfannen, welche am Regenerierofen angebracht sind. Die hier benützten Regenerieröfen sind aus der Soda- (respektive Pottasche-)Fabrikation entnommen und bestehen aus dem Feuerungsraume, neben welchem ein zweiteiliger Kalcinierherd angebracht ist. Ueber diesen letzteren sind die Pfannen in zwei oder mehreren Etagen angeordnet. Die Flamme streicht zuerst über den Kalcinierherd und geht dann unter und über den Pfannen fort bis in den Schornstein. Die Lauge wird partienweise aus der obersten Pfanne in die nächst untere u. s. w. fort bis in die zweite Abteilung des Kalcinierherdes abgelassen, wo sie schon in stark eingedicktem, nur mehr halbflüssigem Zustande anlangt. Hier wird die organische Substanz verkohlt, wobei die sich entwickelnden Gase zur Heizung beitragen. Aus der zweiten Abteilung wird die kohlige Masse in die erste dem Feuerherd zunächst liegende Abteilung geschafft, wo die Rohsoda zum heftigen Glühen kommt und die in derselben noch vorhandene organische Substanz, sowie die Kohleteilchen verbrennen. In beiden Abteilungen muß oftmals geschürt werden, damit immer neue Partieen an die Oberfläche gelangen. Ein teilweises Schmelzen der Soda ist nicht zu vermeiden. Ganz in Fluß soll jedoch die Masse nicht kommen, weil sonst viel Kohle eingeschlossen und an der Verbrennung gehindert wird. Die fertige kalcinirte Soda wird mit Eisenkrücken aus dem Herde herausgezogen und in eisernen Rollwägen der Kaustizierungsstation zugeführt.

Möglichste Reinigung der Soda ist unbedingtes Erfordernis. Die in den Laugen lösliche organische Substanz schadet weniger, aber die fein verteilte Kohle gibt zu großen Kalamitäten Veranlassung. Auch in der bestkalcinierten Soda sind wenigstens noch Spuren von Kohle enthalten. Diese äußerst feinen Kohlepartikelchen bleiben in den Kochlaugen sehr lange suspendiert, sind auch durch kein Filter zurückzuhalten, sondern gelangen in den Stoff und geben demselben, wenn sie in etwas größerer Menge vorhanden sind, einen grünlichblauen Farbenton, welcher auch durch die Bleiche nicht wegzuschaffen ist. Die Regenerierung der Laugen ist eine lästige und kostspielige Prozedur. Außer dem soeben genannten Uebelstande sind noch mehrere andere zu verzeichnen: 1. Ist der Wärmeverbrauch zum Verdampfen der Laugen ein sehr bedeutender. Auf 100 Klgr. lufttrockene Cellulose entfallen beiläufig 14 Hektoliter Lauge, welche bis zur Trockene abgedampft werden müssen. 2. Ist der Sodaverlust ein hoher und kann durchschnittlich mit 12—15 % angenommen werden. Der Hauptverlust liegt in der Verflüchtigung der Soda am Kalcinierherd. 3. Wird die Herdsohle durch die Lauge (beziehungsweise durch die schmelzende Soda) sehr stark angegriffen, infolge dessen wird die Soda durch Bildung von Silikaten immer unreiner und sind oftmals Reparaturen des Herdes notwendig.

§ 19. B. Das Sulfatverfahren. Dasselbe unterscheidet sich von den vorhergehenden Verfahren lediglich durch die Art der Erzeugung und Regenerierung der Kochlaugen. Die Manipulation bei der Aufschließung selbst, stimmt aber mit der unter A beschriebenen vollkommen überein.

Im Wesentlichen sind zwei verschiedene Laugenbereitungsmethoden aus Sulfat bekannt: 1. nach Kellner und 2. nach Dahl.

1. Methode nach Kellner. Wird eine konzentrierte Lösung von Natriumsulfat mit Calciumbisulfit versetzt und erwärmt, so scheidet sich Calciumsulfat (Gyps) aus, während Natriumbisulfit in Lösung bleibt.

$$\text{I.}\quad \underbrace{Na_2\,SO_4}_{\text{Natrium-sulfat}} + \underbrace{Ca\,(HSO_3)_2}_{\text{Calcium-bisulfit}} = \underbrace{Ca\,SO_4}_{\text{Calcium-sulfat}} + \underbrace{2\,Na\,HSO_3}_{\text{Natrium-bisulfit.}}$$

Die Lösung des Natriumbisulfites wird von dem Gypsniederschlag getrennt und zum Kochen erhitzt, wobei dasselbe in Monosulfit und schweflige Säure zerfällt.

$$\text{II.}\quad \underbrace{2\,Na\,HSO_3}_{\text{Natrium-bisulfit}} = \underbrace{Na_2\,SO_3}_{\text{Natrium-monosulfit}} + \underbrace{H_2SO_3}_{\text{schweflige Säure.}}$$

Das Natriummonosulfit wird mit Calciumhydroxyd (Aetzkalk) kaustiziert, wobei Natriumhydroxyd (Aetznatron) und Calciummonosulfit entsteht.

$$\text{III.}\quad \underbrace{Na_2\,SO_3}_{\text{Natrium-monosulfit}} + \underbrace{Ca\,(HO_2)}_{\text{Calcium-hydroxyd}} = \underbrace{2\,Na\,HO}_{\text{Natrium-hydroxyd}} + \underbrace{Ca\,SO_3}_{\text{Calcium-monosulfit}}$$

Läßt man die bei dem Prozesse II entweichende schweflige Säure auf das Calciummonosulfit einwirken, so entsteht das entsprechende Bisulfit, welches neuerlich in dem Prozeß I eingeführt wird.

$$\text{IV.}\quad \underbrace{Ca\,SO_3}_{\text{Calcium-monosulfit}} + \underbrace{H_2\,SO_3}_{\text{schweflige Säure}} = \underbrace{Ca\,(HSO_3)_2}_{\text{Calcium-bisulfit.}}$$

Bei der Regenerierung leitet man in die dunkle Lauge, wie sie aus den Kochern kommt, schweflige Säure im Ueberschusse ein. Dabei wird alles Natron gebunden und die gelöste organische Substanz fällt als brauner, voluminöser Niederschlag aus, welcher sich beim Erwärmen der Flüssigkeit zusammenballt und durch Filtration leicht entfernt werden kann. Das Filtrat enthält alles Natrium als Bisulfit, welches wieder in den Kreisprozeß (Gleichung II) eingeführt wird. Da diese Regenerierung auf nassem Wege erfolgt, so fällt das Abdampfen der Lauge und das Glühen des Trockenrückstandes, sowie alle Unzukömmlichkeiten und Verluste, welche damit verbunden sind, weg. Dafür ist aber die Erzeugung der schwefligen Säure notwendig. Dieses Verfahren empfiehlt sich hauptsächlich für solche Fabriken, welche sowohl auf Natron- als auch auf Sulfitcelluloseerzeugung eingerichtet sind. Ob dieses anscheinend sehr zweckmäßige Verfahren in irgend einer Fabrik bereits praktisch durchgeführt wird, ist dem Verfasser nicht bekannt.

2. Methode nach Dahl. Dieselbe basiert darauf, daß Natriumsulfat durch Schmelzen mit Kohle im Flammofen reduziert und in ein Gemenge von Schwefelnatrium, schwefligsaurem, unterschwefligsaurem und kohlensaurem Natrium verwandelt wird. Diese Umsetzung vollzieht sich auch beim Regenerieren der ausgebrauchten Laugen, indem die in denselben enthaltene organische Substanz verkohlt und in der besagten Weise auf das Natriumsulfat einwirkt. Die erhaltene Schmelze wird in Wasser gelöst, mit Aetzkalk kaustiziert (siehe Prozeß III Methode Kellner) und sodann zum Aufschließen des Holzes verwendet. Dieses Verfahren hat zwar alle Nachteile des alten Natronverfahrens, ist aber insofern rentabler, als das Glaubersalz im Vergleiche zur Soda bedeutend billiger zu stehen kommt. Der Kellner'schen Methode gegenüber hat es den Vorzug, daß es in jeder Natroncellulosefabrik ohne weitere Rekonstruktion einführbar ist. Dieses Verfahren wird gegenwärtig in mehreren Fabriken ausgeübt.

In diese Rubrik gehört ferner auch noch das Verfahren der Aussiger chem. Produkten-

fabriksgesellschaft, welches die Ausnützung der Sodarückstände zum Aufschließen des Holzes bezweckt. Diese Rückstände haben ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie die Glaubersalzschmelze bei dem Dahl'schen Verfahren, nur herrscht hier Natriumsulfid (Schwefelnatrium) und Natriumsulfit (schwefligsaures Natrium) vor, während der Gehalt an Soda sehr gering ist. Der Abdampfungsrückstand von den ausgebrauchten Laugen darf in den Flammöfen nicht geschmolzen, sondern nur kalciniert werden, wahrscheinlich deshalb, weil sich sonst die in reichlicher Menge vorhandenen Sulfide und Sulfite in ungünstiger Weise umsetzen würden.

§ 20. C. **Das Sulfitverfahren.** Dasselbe basiert auf der Aufschließung der Holzsubstanz mittelst Calciumbisulfit $Ca(HSO_3)_2$, d. i. eine Auflösung von schwefligsaurem Calcium ($CaSO_3$) in wässeriger schwefliger Säure (H_2SO_3). Das wirksame Agens ist die schweflige Säure, während das Calcium gewissermaßen nur als Fixierungsmittel für diese erstere zu betrachten ist.

Die Laugen-Erzeugung zerfällt in zwei Stadien: 1. in die Erzeugung des Schwefeldioxydes (SO_2), 2. in die Absorption desselben durch Wasser ($SO_2 + H_2O = H_2SO_3$) und Einwirkung der dabei entstehenden schwefligen Säure auf Kalkstein ($CaCO_3$), wobei Calciumbisulfit gebildet wird und Kohlensäure entweicht.

$$\underbrace{2\,H_2SO_3}_{\text{Schwefligsäure}} + \underbrace{CaCO_3}_{\text{Calciumkarbonat}} = \underbrace{Ca(HSO_3)_2}_{\text{Calciumbisulfit}} + \underbrace{CO_2}_{\text{Kohlensäure}} + \underbrace{H_2O}_{\text{Wasser}}$$

Das Schwefeldioxyd wird entweder durch Verbrennen von Schwefel ($S + O_2 = SO_2$) oder durch Rösten von Schwefelkies ($2\,FeS_2 + 7\,O = Fe_2O_3 + 2\,SO_2$) erzeugt.

Die hiezu dienlichen Oefen sind der Schwefelsäurefabrikation entnommen.

Zur Absorption und Einwirkung der schwefligen Säure auf Kalkstein benützt man entweder hohe Türme oder Gefäßbatterieen. Die Türme (den sogen. Glovertürmen der Schwefelsäurefabrikation nachgeahmt) haben eine Höhe von 20—30 m und sind entweder nach Art des Hohofens aus säurefesten Steinen erbaut oder aus Holz hergestellt und innen mit Bleiplatten ausgekleidet. Der Turm ist mit faust- bis kopfgroßen Kalksteinstücken gefüllt, welche mit Wasser überrieselt werden, während das Schwefeldioxyd in der Kalksteinfüllung aufwärts steigt. Die fertige Lauge fließt unten in ein Sammelbassin ab, um von hier aus ihrer weiteren Bestimmung zugeführt zu werden.

Diese Türme haben mancherlei Uebelstände: 1. Ist ihre Herstellung kostspielig; 2. muß der Kalkstein und das Wasser auf eine bedeutende Höhe gehoben werden; 3. ergeben sich verschiedene Betriebsschwierigkeiten, namentlich dadurch, daß die unteren Partieen der Kalksteinfüllung, welche sehr bald stark korrodieren, durch den Druck der obersten Schichten zerbröckeln, und den Durchgang des Gases erschweren; ferner überzieht sich die Oberfläche der Kalksteinstücke mit einer Gypskruste, welche die weitere Einwirkung der schwefligen Säure verhindert. Die Folge davon ist, daß die Absorption nicht mehr genügend von statten geht, die Grädigkeit der Lauge abnimmt und ein Teil der schwefligen Säure nutzlos aus der Gicht des Turmes entweicht.

Bessere Dienste leisten die Gefäßbatterieen. Dieselben bestehen aus 5—8 geschlossenen Holzgefäßen von je 3—4 m Höhe und 1—2 m Durchmesser. Die Gefäße sind zum Teil mit Kalksteinstücken gefüllt, welche auf einem Siebboden aufliegen. In das erste Gefäß fließt Wasser zu, welches die Kalksteinfüllung von oben herab durchrieselt, sich unter dem Siebboden ansammelt und von einer Pumpe auf das zweite Gefäß gehoben wird, um hier wieder die Kalksteinschichte zu durchrieseln und von einer zweiten Pumpe auf das dritte Gefäß gehoben zu werden. Dieser Vorgang wiederholt sich von einem Gefäß zum andern. In das letzte Gefäß strömt Schwefeldioxyd unter dem Siebboden ein, durchdringt die mit Wasser überrieselte Kalksteinfüllung, strömt oben durch ein Bleirohr ab, welches unter den Siebboden des nächsten Gefäßes führt u. s. w. Das Wasser wird in der Batterie allmählich zur Lauge, welche aus dem letzten Gefäße mit einer Konzentration von ca. 5° B. abfließt. Die Konzentration der Lauge hat man durch Regulierung des Wasserzulaufes in der Gewalt. Das schwefligsaure Gas wird mittelst eines Exhaustors durch die Batterie

gesaugt und der Gang so reguliert, daß nur Stickstoff und Kohlensäure, aber keine schweflige Säure, den Apparat verläßt. Die Laugenpumpen sind aus Phosphorbronce hergestellt, welches Material bei gewöhnlicher Temperatur von der Lauge nicht erheblich angegriffen wird.

Die Gefäßbatterieen haben den Vorzug, daß 1. die Füllung und Entleerung des Kalksteines in einfacherer Weise zu bewerkstelligen ist, da man jedes beliebige Gefäß ausschalten kann, ohne dadurch eine Betriebsstörung zu veranlassen; 2. ein Zerdrücken des angegriffenen Kalksteines weniger zu befürchten ist, weil die Schichte viel niedriger und infolge dessen der Druck auf die unteren Partien kein so großer ist; 3. die Absorption der schwefligen Säure besser gelingt und eine gleichartigere Lauge zu erzielen ist. Die Herstellungs- und Betriebskosten sind ungefähr dieselben wie bei einem Turm. Die Bildung der Gypskrusten kommt auch in der Batterie vor, jedoch in geringerem Grade, weil man die Luftzufuhr zum Verbrennungsofen besser in der Gewalt hat. Das ist namentlich dann der Fall, wenn zur Erzeugung des Schwefeldioxyd Schwefel anstatt Kies in Anwendung kommt, was beim Batteriebetrieb auch schon deshalb notwendig ist, um den Exhaustor die Arbeit durch eine größere Menge indifferenter Gase (Luftüberschuß) nicht unnötiger Weise zu erschweren. Ueberhaupt läßt die Laugenbereitung in ihrem gegenwärtigen Stadium noch viel zu wünschen übrig. Die Mängel des Produktes mancher Fabriken sind hauptsächlich in der schlechten Laugenbereitung begründet.

Die Lauge soll stets ein und dieselbe Konzentration (4—5° B.) besitzen. Bei Anwendung von schwächerer Lauge gelingt die Aufschließung des Holzes nur unvollständig.

Anstatt Kalkstein kann auch Dolomit ($CaCO_3 + MgCO_3$) oder Magnesit ($MgCO_3$) angewendet werden. Flodquist leitet die schweflige Säure teils über Kalkstein und teils über entfettete Knochen, um eine Lösung von Calciumbisulfit und Calciumphosphat darzustellen und nebenbei Leimgut zu gewinnen. Alle diese Modifikationen haben jedoch für den Großbetrieb nur untergeordnete Bedeutung.

Der zweite wichtige Faktor ist die Konstruktion der Kocher. Dieselben müssen einen Ueberdruck von mindestens 6 Atm. auszuhalten imstande sein und bei Temperaturen von 150° C. und darüber der Einwirkung der schwefligen Säure widerstehen. Diesen Anforderungen entsprechen am besten zylindrische oder kugelförmige Gefäße aus Eisen- oder Stahlblech, welche mit einem säurefesten Material ausgefüttert sind.

Die zylindrischen Kocher sind horizontal oder vertikal gestellt, fest stehend oder langsam rotierend.

Ritter-Kellner verwenden feststehende vertikale Kocher, welche mit Blei ausgefüttert sind. Die Verbleiung geschah früher in der Weise, daß man eine gewöhnliche 6 mm dicke Bleihaut im Innern des Gefäßes durch übergeschraubte Eisenspangen festhielt, welche nachträglich ebenfalls mit Blei überzogen wurden. Diese Art der Verbleiung hatte große Uebelstände, da sich in den feststehenden Kochern der Bleimantel durch sein Eigengewicht senkt, Falten bekommt und endlich zerreißt. Gegenwärtig nietet man die einzelnen Eisenblechtafeln, aus welchen der Außenmantel des Kochers hergestellt wird, nicht wie gewöhnlich an den Rändern übereinander, sondern schrägt dieselben ab und nietet sie auf Laschen, so daß bei jeder Stoßfuge eine schwalbenschwanzförmige Vertiefung bleibt. Diese Vertiefungen (Nuten) werden mit Zinkchlorid gebeizt, mit Blei ausgegossen und bilden sodann die Haftstellen für die Bleiplatten. Der Bleimantel sitzt jetzt an vielen Stellen im Kocher fest und kann sich nicht verziehen.

Nach einem amerikanischen Patent (Charles Storey) besteht der Kocher aus mehreren Stahlblechringen, welche durch Flantschringe und Stehbolzen zusammengehalten werden. Die Bleiplatten für die innere Auskleidung des Kessels werden umgebörtelt und zwischen den Flantschen festgehalten.

Flodquist verwendet rotierende kugelförmige Kocher aus Stahlblech, in welchen die Bleiplatten mit großen bleiplattierten Köpfen befestigt sind.

Graham benützt horizontale rotierende Kocher, bei welchen die Kesselplatten vor ihrer Zusammennietung mit Zinkchlorid gebeizt und verbleit werden.

Mitscherlich's Kocher sind verbleit und dann mit porzellanartig gebrannten, säurefesten Steinen in Zement ausgemauert.

Die Außenwand muß bei jedem Kocher eine größere Anzahl Oeffnungen besitzen, um jede Undichtheit in der Bleiverkleidung von außen sofort wahrnehmen zu können;

ferner auch, um der Luft, die sich zwischen Außenwand und Bleimantel befindet, Austritt zu verschaffen und damit einer Deformation des Bleibelages vorzubeugen.

Die rotierenden Kocher sind horizontale Cylinder mit drei starken Außenringen, welche auf Rollen ruhen. Der Antrieb erfolgt durch einen Zahnkranz, in welchem eine Schnecke oder ein Zahnradvorgelege eingreift. Die Rotation ist eine sehr langsame, eine Umdrehung in 11 Minuten. Im Innern des Kochers sind Mitnehmerstifte angebracht, welche die Holzmasse heben und wieder fallen lassen. Die rotierenden Kocher haben den Vorteil, daß Reparaturen viel leichter und bequemer auszuführen sind, daß ferner das beim Kochprozeß sich ausscheidende Calciummonosulfit in der ganzen Holzfüllung gleichmäßig verteilt wird, während bei feststehenden Kochern der Niederschlag zum Absitzen gelangt und einen Teil der Cellulose entwertet. Dem gegenüber ist als Nachteil zu bezeichnen, daß durch die Reibung der Holzmasse an der Innenwand die Bleiauskleidung stark angegriffen wird. Dieser Nachteil läßt sich übrigens dadurch vermeiden, daß man den Kessel nicht während der ganzen Kochdauer, sondern nur zeitweise in Rotation versetzt.

Auch bei nicht rotierenden, vertikal gestellten Kochern ist es zweckmäßig, dieselben in 2 Zapfen auf Ständern ruhen zu lassen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, den Kocher behufs Reparatur in horizontale Lage zu bringen.

Die Kapazität der Kocher beträgt 20—40 m^3. Große Kocher sind vorteilhafter als kleine, weil 1.) die Wandfläche im Verhältnis zum Inhalt des Gefässes möglichst gering sein soll, und 2.) weniger Armaturstücke (Ventile 2c.) notwendig sind, welche durch die schweflige Säure stark angegriffen werden. Jeder Kocher ist mit einer Füll- und Entleerungsöffnung (Mannloch), Ventile für Lauge- und Dampfleitung, Gasausströmung, Manometer, Thermometer, Sicherheitsventil und Probehahn versehen. Die Heizung geschieht entweder durch direkte Dampfeinströmung (Ritter-Kellner) oder indirekt durch lange Rohrleitungen (Bleiantimonlegierung), welche an der Innenwand des Kochers verlaufen und die untere Hälfte desselben bedecken (Mitscherlich).

Die Kochprozedur wird in verschiedener Weise ausgeführt. Bei dem Verfahren nach Mitscherlich geht der Aufschließung ein Dämpfen des in Scheibenform zerkleinerten Holzes voran. Das Dämpfen hat den Zweck, die Luft aus dem Holze auszutreiben, um dasselbe für das Eindringen der Lauge tauglicher zu machen. Die Temperatur im Kocher darf dabei 100° C. nicht übersteigen, um nachteiligen Veränderungen des Holzes vorzubeugen. Bei allen anderen Verfahren, wo Holzspäne in Anwendung kommen, fällt das Dämpfen weg. Nachdem der Kocher seine Holzfüllung erhalten hat, wird derselbe mit Sulfitlauge beschickt und mit der Heizung begonnen. Temperatur und Zeitdauer der Kochoperation werden sehr verschieden eingehalten. In den meisten Fabriken macht man daraus ein Geheimnis. Mitscherlich kocht mit indirektem Dampfe von 3½—4 Atm. Spannung; Dauer des Kochens 70—80 Stunden. Ritter-Kellner wenden direkte Dampfeinströmung und einen Druck von 6 Atm. an. Die ganze Operation des Aufschließens dauert 24 bis 30 Stunden, wovon 14 Stunden unter vollem Druck gekocht wird. Die übrige Zeit entfällt auf die Beschickung, Anwärmung und Entleerung.

Bemerkenswert ist, daß der am Manometer abgelesene Druck mit der Temperatur der Kochflüssigkeit im Kessel nicht unmittelbar korrespondiert, wie dies bei einem gewöhnlichen Dampfkessel der Fall ist. Der Druck im Sulfitkocher setzt sich zusammen aus dem Dampfdruck und aus dem Gasdruck, welch' letzterer von dem aus der Lauge ausgetriebenen Schwefligsäuregas herrührt.

Um die Temperatur im Kocher beobachten zu können, muß daher ein eigenes Thermometer angebracht sein.

Die schweflige Säure löst die inkrustierenden Substanzen, ohne die Cellulose als solche wesentlich anzugreifen.

Den Grad der Aufschließung beurteilt man empirisch an einer durch den Probehahn ausgespritzten kleinen Partie des Stoffes. Die allmählich abnehmende Wirksamkeit der Lauge wird durch Fällung mit Ammoniak in einer graduierten Röhre bestimmt. Das Ammoniak neutralisiert die freie und halb gebundene schweflige Säure, wodurch Calcium-Monosulfit ausfällt. Ein je geringeres Volumen der Niederschlag nach vollkommenem Absitzen einnimmt, desto weniger wirksam ist die Lauge.

Die Menge der Lauge muß so bemessen werden, daß sie zum vollständigen Aufschließen der Holzfüllung ausreicht. Ist die Lauge nahezu ausgebraucht, so wird der Kochprozeß unterbrochen, das Schwefligsäuregas in den Turm ausgeblasen, die Lösung abgelassen und die Rohcellulose durch das untere Mannloch entleert.

Viel zweckmäßiger als diese Art der Entleerung ist das Ausblasen der Lauge samt der Cellulose unter Druck durch ein eigenes Bodenventil. Die Cellulose wird dabei zerfasert, so daß eine breiige Masse entsteht, welche durch das Ausblaserohr in Bottiche gelangt, deren Boden aus sehr fein gelochten Cementplatten besteht. Die Gase ziehen durch einen Schlott über das Dach ab, während die Lauge durch die Filterplatten abgesaugt wird. Die in den Bottichen zurückbleibende Cellulose wird mit Wasser wiederholt ausgewaschen, sodann in eine Gosse abgelassen, wo eine Schnecke arbeitet, um das Absetzen der Faser zu verhindern. Von hier aus wird die in Wasser aufgeschlämmte Cellulose auf den Waschholländer gepumpt. Die ausgebrauchte mit Holzextraktivstoffen beladene Lauge läßt man in der Regel ohne weiteres abfließen. Von verschiedenen Seiten wurden zwar Vorschläge gemacht, diese Lauge einzudampfen und weiter auf Gerbstoff 2c. zu verarbeiten, jedoch haben sich diese Verfahren, der Umständlichkeit und geringen Rentabilität wegen, keinen allgemeinen Eingang verschaffen können.

§ 21. 3. Das Auslaugen, Waschen, Zerfasern (und eventuell Bleichen) der Rohcellulose. Bei der Natroncellulose-Fabrikation handelt es sich um möglichst vollständige Rückgewinnung der ausgebrauchten Lauge. Es ist daher notwendig, daß dem Waschen der Rohcellulose eine Auslaugung vorangeht. Um die Lauge dabei nicht zu viel zu verdünnen, muß das Auslaugen systematisch nach Art des Batteriebetriebes vorgenommen werden. Man verwendet für diesen Zweck eine Kombination von mehreren (4—8) Gefässen (eiserne Reservoire oder cementierte Zysternen), welche mit Siebböden versehen sind und durch Ueberlaufröhren mit einander kommunizieren. Die Rohcellulose gleitet aus den Kochern über eine rinnenförmige Rutsche direkt in die Auslaugegefäße. Auf das jeweilig erste Gefäß der Batterie läuft Wasser zu, durchdringt die Cellulosefüllung, fließt durch den Siebboden ab und steigt durch das Ueberlaufrohr auf das nächstfolgende Gefäß. Dieser Vorgang wiederholt sich von Gefäß zu Gefäß. Die Lauge nimmt dabei immer an Konzentration zu und fließt endlich mit etwa 8—10° B. aus dem jeweilig letzten Gefäß der Batterie ab. Ist der Inhalt des ersten Gefäßes (I) ausgelaugt, so wird der Wasserzufluß auf II gestellt, I entleert, von neuem mit Rohcellulose beschickt und als letztes Gefäß in den Turnus eingeschaltet.

Bei der Sulfitcellulose-Fabrikation, wo man auf eine Wiedergewinnung der Lauge nicht reflektiert, fällt diese Manipulation weg.

Die nächste Operation ist das vollständige Auswaschen und Zerfasern der Cellulose. Man benützt dazu fast allgemein die sog. Holländer, welche der Papierfabrikation entnommen sind. Der Holländer besteht aus einem niedrigen, ovalen oder auch kreisrunden Eisenreservoir, welches durch eine Mittelwand in zwei Abteilungen geschieden ist. Diese Wand reicht jedoch nicht bis an die Peripherie des Reservoirs, so daß die beiden Abteilungen an den Stirnenden mit einander kommunizieren. In der einen Abteilung befindet sich eine rasch rotierende Trommel, welche mit schräg gestellten Messerschienen besetzt ist. Unter der Trommel ist ein verstellbares Grundwerk angebracht, welches ebenfalls mit Schienen

besetzt ist und sich konzentrisch an die Trommelperipherie anschmiegt. Reduziert man das Spatium zwischen Trommelperipherie und Grundwerk auf ein gewisses Minimum und setzt die Trommel in Rotation, so wird die im Reservoir befindliche Flüssigkeit ebenfalls in Zirkulation gebracht. Sind in der Flüssigkeit feste Teile enthalten, so gelangen dieselben zwischen Trommel und Grundwerk und werden dabei zerkleinert. Da man beim Waschen der Cellulose nur die Trennung der Faserbündel beabsichtigt, die einzelnen Fasern selbst aber geschont werden sollen, so muß die Schärfung der Messerschienen abgestumpft und das Spatium der Zerkleinerungsvorrichtung genügend weit sein. Durch die große Wassermasse, welche mehrmals gewechselt wird, sowie durch die intensive Bewegung derselben, werden alle Fasern isoliert und die löslichen Bestandteile ausgelaugt. Aus dem Wasch- und Zerfaserungsholländer gelangt der Stoff in einen zweiten Holländer von gleicher Einrichtung, wo die Bleichung vorgenommen wird. Zum Bleichen benutzt man fast ausschließlich einen klaren, wässerigen Auszug von Chlorkalk (wirksames Prinzip: $CaCl_2O_2$, Calciumhypochlorit). Sulfitcellulose bleicht sich am leichtesten, für Prima-Ware sind 8 % Chlor erforderlich. Sulfatcellulose braucht 10—12, Natroncellulose 18—22 % Chlor. Diese Prozente beziehen sich auf die Cellulosetrockensubstanz. Durch die Bleiche verliert die Faser an Festigkeit und Elastizität. Häufig wird die Cellulose im ungebleichten oder nur halb gebleichten Zustande verkauft und die weitere Bleichung nach Bedarf erst in der Papierfabrik vorgenommen.

§ 22. 4. Das Verfilzen der fertigen Cellulose zu Rollenpapier und Trocknen desselben. Die Cellulose wird in der Regel als starkes Rollenpapier (seltener in Gestalt von Pappendeckel) in den Handel gebracht. Zur Herstellung des Rollenpapiers benützt man die gewöhnliche Papiermaschiene, nur müssen die daran befindlichen Trockenzylinder bedeutend größer sein. Die Papiermaschine ist eine sehr kostspielige, unbequeme Werksvorrichtung. Das Rollenpapier ist zwar geschickt für die Aufbewahrung und Verpackung, hat aber den Nachteil, daß es sich nur schwierig wieder zerfasern (auflösen) läßt, was vor der Weiterverarbeitung notwendig ist. Eine lockere faserige Form wäre jedenfalls zweckmäßiger.

§ 23. Kritik der verschiedenen Verfahren.

I. Das Natronverfahren ist das älteste, umständlichste, kostspieligste und gibt die geringste Ausbeute. Von 100 Klgr. lufttrockenem Holze werden durchschnittlich 25—30 Klgr. lufttrockene Cellulose erhalten. Das Produkt ist dunkler gefärbt, schwerer bleichfähig und besitzt eine geringere Festigkeit, weil die Faser durch die alkalischen Laugen stärker angegriffen wird, als durch die schweflige Säure (respektive durch das Bisulfit). Im chemischen Sinne ist aber die Natroncellulose reiner als die Sulfitcellulose. Auch ist die Geschmeidigkeit der erstgenannten eine größere, sie hat einen weichen Griff und erscheint opak, während die Sulfitcellulose sich weniger weich anfühlt und mehr durchscheinend ist. Der wesentlichste Uebelstand des Natronverfahrens liegt in der Regenerierung der ausgebrauchten Kochlaugen und der damit verbundenen Kosten und Verluste, wie dies bereits auf pag. 403 des Näheren erörtert wurde.

Gegenwärtig wird keine neue Fabrik mehr auf die Sodaarbeit eingerichtet, da eine Konkurrenz mit dem Sulfitverfahren nur sehr schwer hält.

II. Das Sulfatverfahren ist gewissermaßen ein Notbehelf für die Natronfabriken. Es sind dazu alle vorhandenen Werksvorrichtungen ohne wesentliche Veränderungen benutzbar. Die Gestehungskosten pro m Ztr. Cellulose sind geringer, weil das Glaubersalz bedeutend billiger ist, als Soda (etwa 1 zu [illegible]). Das Produkt fällt etwas heller aus und läßt sich leichter bleichen. Die Ausbeute ist ungefähr dieselbe, wie beim Sodaverfahren. Die Regenerierung der Laugen auf nassem Wege, nach Kellner, dürfte sich vorteilhafter stellen, als das Eindampfen und Glühen. Ein entschiedener Nachteil des Dahl'-

schen Sulfatverfahrens liegt in dem Auftreten höchst widerlich riechender Zersetzungsprodukte (Mercaptan, Methylsulfid und anderer Sulfoverbindungen), welche die Luft auf weite Strecken um die Fabrik verpesten und zu großen Kalamitäten mit der Nachbarschaft Veranlassung geben.

III. Das Sulfitverfahren ist ohne Zweifel das weitaus zweckmäßigste. Es sichert eine sehr hohe Ausbeute an Cellulose (48—54 % vom Gewichte des angewandten Holzes) und liefert ein schönes, helles, leicht bleichbares Produkt. In Bezug auf die Festigkeit der Faser kann die Sulfitcellulose mit Leinen-, die Sulfat- und Natron-Cellulose hingegen mit Baumwollhadern verglichen werden. Eine große Unbequemlichkeit dieses Verfahrens liegt in der Laugenbereitung, welche noch sehr verbesserungsbedürftig ist. Ein weiterer Uebelstand ist das starke Korrodieren aller Metallgegenstände, namentlich der Kocherarmaturen, durch die schweflige Säure. Diese beiden Nachteile sind indeß nicht so bedeutend, daß dadurch die anderweitigen großen Vorteile (hohe Ausbeute und vorzügliche Qualität des Produktes) paralysiert würden.

Die Holz-Cellulosefabrikation hat sich in den letzteren Jahren, namentlich in Deutschland und Oesterreich-Ungarn, zu einem mächtigen Industriezweig entwickelt. In Deutschland bestehen zur Zeit an 60 Cellulosefabriken, wovon 14 nach dem Natronverfahren, 35 nach dem Sulfitverfahren (und zwar 21 System Mitscherlich und 14 System Ritter-Kellner) und ca. 10 nach diversen Verfahren (Sulfat und Sulfit) arbeiten. Von Oesterreich liegt eine diesbezügliche Statistik nicht vor. Die Zahl der Fabriken ist geringer als in Deutschland, und die Mehrzahl derselben arbeitet noch nach dem Natron- beziehungsweise Sulfatverfahren.

Holzcellulose bildet heute das hauptsächlichste Ersatzmittel für Hadern und wird für alle Papiersorten, auch selbst für Prima-Schreibpapier, verwendet. Zeitungs- und Affichenpapier besteht zum größten Teil aus geschliffenem Holzstoff und Cellulose.

Holzstofffabrikation.

§ 25. Unter „Holzstoff" versteht man fein zerfasertes Holz. Der geschliffene Holzstoff besitzt die Farbe des angewandten Holzes. Zur Darstellung eines lichten Stoffes ist daher auch hellfärbiges Holz erforderlich.

Das hauptsächlichste Material für den Holzstoff bildet die Fichte, weniger häufig wird die Tanne verwendet. Diese beiden liefern hellgelben Stoff von ziemlich langer Faser. Die Föhre schleift sich des großen Harzgehaltes wegen schwierig, gibt zwar eine feine, aber nur kurze Faser von rötlich gelber Farbe. Die Lärche gibt eine gröbere, kurze Faser von rötlicher Farbe. Föhren- und Tannenstoff dunkeln beim Liegen stark nach und werden matt. Unter den Laubhölzern nimmt die Linde den ersten Rang ein. Sie läßt sich am leichtesten schleifen, gibt die größte Ausbeute, liefert einen feinen Stoff, welcher aber beim Liegen stark nachdunkelt und eine schmutzig-graue Farbe annimmt. Aspe und Pappel schleifen sich ebenfalls leicht und geben einen sehr weißen Stoff, welcher nicht nachdunkelt. Weißbuche und Ahorn sind schwer zu schleifen und geben daher nur eine geringe Ausbeute. Die Faser ist hellfarbig und fein. Alle Laubhölzer liefern nur kurzfaserigen Stoff. Bezüglich der Vorbereitung des Rohmateriales (Spalten und Putzen) gilt das bereits auf pag. 400 Erwähnte.

Das Holz wird in Klötzen von 35—40 cm Länge und gewöhnlicher Spaltholzdicke zugerichtet. Die Herstellung der Holzfaser geschieht mittelst Schleifsteinen unter fortwährendem Wasserzufluß. Die Schleifsteine müssen aus einem feinkörnigen harten Sandstein hergestellt sein. Gröbere Einsprengungen oder ungleich harte Stellen dürfen nicht vorhanden sein, weil diese eine ungleichmäßige Abnützung der schleifenden Fläche bedingen. Die Steine rotieren entweder in horizontaler oder vertikaler Richtung. Das zu schleifende

Holz wird in Einlegkästen (4—8 an der Zahl) durch Kolben gegen den rasch rotierenden Stein gedrückt. Die Andrückung der Kolben muß eine kontinuierliche und gleichmäßig starke sein. Sie erfolgt entweder durch Stangengetriebe, beschwerte Hebel oder hydraulische Preßvorrichtungen. Das Holz wird mit der Längsseite und zwar parallel zur Faserrichtung gegen den Schleifstein gedrückt. In der Regel wird am Umfange des Steines, seltener auf der Scheibenfläche desselben geschliffen. Der entstehende sehr dünnflüssige Faserbrei gelangt über eine Rinne auf ein Rüttelsieb von 3—4 mm Maschenweite, welches die gröberen Holzsplitter zurückhält. Der durchgehende Brei fließt auf die Sortierapparate. Diese bestehen entweder aus Rüttelsieben oder aus langsam rotierenden Cylindersiebtrommeln. Gewöhnlich sind drei Rüttelsiebe von verschiedener Maschenweite übereinander angebracht, so daß der Faserbrei durch die Maschen des oberen Siebes auf das nächst untere fließt, während die Splitter und gröberen Fasern auf der Siebfläche vorwärts gleiten und in Kästen ausgeworfen werden. Die Rüttelsiebe haben eine schwache Neigung und bewegen sich mit großer Geschwindigkeit (400—500 Oscillationen pro Minute). Die Cylindersiebe bewegen sich in Kästen und tauchen bis über die Welle in die Flüssigkeit ein. Das Wasser mit den feineren Fasern gelangt durch die Maschen in das Innere der Siebtrommel und fließt von hier ab, während die gröberen Teile im Kasten zurückbleiben. In der Regel passiert der Faserstoff zwei Siebcylinder von verschiedener Maschenweite.

Die von den Sortierapparaten abfallenden Splitter und gröberen Fasern werden in dem Raffineur (Feinmühle) weiter zerkleinert. Der Raffineur ist ein gewöhnlicher Mahlgang (horizontal oder vertikal), welcher unter Wasserzufluß arbeitet. An Stelle des Mahlganges kann man auch fein geriffelte Walzen benützen. Der aus dem Raffineur kommende Stoff muß nochmals sortiert werden. Der feinfaserige Stoff, wie er von den Sortierapparaten abläuft, wird zunächst aus dem Wasser niedergeschlagen. Hiezu dienen die sog. Zeugfänger, das sind Siebvorrichtungen, durch welche das Wasser abläuft, während die Fasern anf der Siebfläche zurückbleiben. Der auf solche Art erhaltene Holzstoff besitzt noch 80—90 % Wasser und kann nur an Ort und Stelle verwendet werden. Um denselben für die Versendung geeignet zu machen, muß er mindestens durch Druck entwässert und dadurch auf einen Trockengehalt von 40—50 % gebracht werden. Eine noch weiter gehende Trocknung ist nur unter Anwendung von Wärme möglich.

Der geschliffene Holzstoff hat immer eine unansehnliche Farbe und eine kurze, steife Faser, welche sich schlecht verfilzt. Er ist daher nur für Pappe und als Beimengung für mindere Papiersorten verwendbar.

Das unter Hochdruck gedämpfte Holz schleift sich leichter, gibt eine längere, geschmeidige und leichter verfilzbare Faser. Das Dämpfen wird bei 4—5 Atm. Ueberdruck durch etwa 3 Stunden fortgesetzt, und das dabei resultierende Kondensationswasser abgelassen. Das Holz nimmt beim Dämpfen eine dunkle Farbe an. Das auf solche Art erzeugte Produkt geht unter der Bezeichnung „brauner Holzstoff“ in den Handel.

V. Die trockene Destillation des Holzes.

§ 25. Wird Holz einer höheren Temperatur ausgesetzt, so erfährt es eine Zersetzung. Die Produkte, welche dabei auftreten sind sehr verschieden, je nachdem die Erhitzung unter Luftzutritt oder bei Luftabschluß stattfindet, und im letzteren Falle wieder, je nach der Höhe der Temperatur. Bei genügendem Luftzutritt verbrennt das Holz vollständig zu Kohlensäure und Wasser, und im Rückstand bleibt nur die Asche. Erfolgt hingegen die Erhitzung in geschlossenen Gefäßen, unter völligem Luftabschluß, so entweicht bis zu 100° C. nur das hygroskopische Wasser, die Holztrockensubstanz bleibt aber bis ungefähr

150° C. unverändert. Erst über diese Temperaturgrenze hinaus beginnt die Zersetzung, und zwar lassen sich im Allgemeinen drei Perioden unterscheiden.

In der ersten Periode (zwischen 150 und 260° C.) bildet sich hauptsächlich wässeriges Destillat. Der wesentlichste Bestandteil desselben ist Wasser. In geringerer Menge sind darin enthalten: Essigsäure $C_2H_4O_2$, Holzgeist CH_4O, Aceton C_3H_6O, Furfurol, Methylamin 2c. Verdichtbare Kohlenwasserstoffe (Teer) und nicht kondensierbare Gase treten nur in beschränktem Maße auf. Die Gesamtmenge der flüchtigen Stoffe beträgt rund 60 Proz. vom Gewichte der Holztrockensubstanz. Der Rückstand (40 %) hat eine braune Farbe und kann als Röstholz angesprochen werden. Der Köhler bezeichnet diese halbverkohlten Stücke als „Brände".

In der zweiten Periode (zwischen 260 und 330° C.) bildet sich zwar auch noch wässeriges Destillat, jedoch in geringerer Menge; dafür treten hauptsächlich Kohlenwasserstoffe: Methan (Sumpfgas) CH_4, Aethylen C_2H_4, Acetylen C_2H_2 2c., ferner Kohlenoxyd CO und Kohlensäure CO_2 auf. Die geringe Menge Stickstoff, welche im Holz enthalten ist, verbindet sich mit dem Wasserstoff zu Ammoniak (H_3N) und teils mit Kohlenwasserstoff zu Methylamin (CH_5N). Der Gesamtverlust durch Entweichen der flüchtigen Bestandteile steigt auf 70 %, so daß der Rückstand, welcher als **Rotkohle** bezeichnet wird, jetzt etwa noch 30 % vom Holzgewicht ausmacht.

In der dritten Periode (von 330 bis 430° C.) geht vornehmlich die Teerbildung vor sich. Der Teer scheidet sich als dunkelbraune, dickflüssige Masse ab und sinkt zum größten Teil im wässerigen Destillat unter. Seine Hauptbestandteile sind: Paraffin, Karbolsäure, Benzol, Toluol, Kreosot 2c. Als Gase treten fast nur Methan und Wasserstoff auf. Der Rückstand hat eine schwarze Farbe „**Schwarzkohle**" und beträgt etwa 20 Proz. vom Holzgewicht.

Bei der weiteren Erhitzung bis zu 1500° C. findet keine erhebliche Veränderung mehr statt. Der Verkohlungsprozeß kann also bei 430° C. als abgeschlossen betrachtet werden.

Aus den Untersuchungen von **Violette** über die Vorgänge bei der Verkohlung des Faulbaumholzes ergaben sich folgende Zahlen:

	Temperatursteigung bis ° Cels.	Von 100 Gewichtsteilen Holztrockensubstanz wurden erhalten:		In 100 Gewichtteile Kohle sind enthalten:			
		Destillationsprodukte und Gase	Rückstände	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
Trockenes Holz	150	—	100	47,51	6,12	46,29	0,08
Röstholz . .	260	59,77	40,23	67,89	5,04	26,51	0,56
Rotkohle . .	330	68,23	31,77	73,55	4,63	21,34	0,48
Schwarzkohle .	432	81,13	18,87	81,97	2,30	14,13	1,60

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß man durch Anwendung verschieden hoher Temperaturen ungleich große Mengen von wässerigem Destillat (roher Holzessig), Teer und Kohle erhält, und daß die Kohle verschiedene Zusammensetzung und verschiedene Eigenschaften besitzt.

Verkohlungs-Methoden. Im Wesentlichen kann man zwei Hauptarten der Verkohlung unterscheiden: 1) die Verkohlung bei beschränktem Luftzutritt in Meilern, Gruben oder Oefen mit direkter Feuerung und 2) die Verkohlung unter vollständigem Luftabschluß in Oefen mit indirekter Feuerung, Retorten oder Kesseln.

Im ersteren Falle gehen im Verkohlungsraum zwei verschiedene Prozesse vor sich „unvollkommene Verbrennung und trockene Destillation". Der erste Prozeß unterhält den zweiten. Die Verbrennung bedingt einen Holzverlust. Je mehr daher der erstgenannte Prozeß beschränkt wird, desto höher ist die Ausbeute an Holzkohle und kondensierbaren Destillationsprodukten. Bei der Verkohlung in geschlossenen Gefäßen ist diese Verlustquelle auch nicht vermieden, sie ist aber anderer Art. Alle Wärme, welche zur Unterhaltung des

Verkohlungsprozesses notwendig ist, wird dem Holze von außen zugeführt. Der Wärmebedarf ist in diesem Falle sogar noch erheblich größer, weil die Gefäßwände und das Mauerwerk mitgeheizt werden müssen und die Feuergase mit hoher Temperatur aus dem Feuerraum abziehen. Man hat nur den Vorteil, daß zur Feuerung auch geringer wertige Materialien (Torf, Braunkohle, Steinkohle und die Gase von der Holzverkohlung) angewendet werden können, und daß mehr Destillationsprodukte aus dem Holze resultieren. Als Nachteil ist aber wieder hervorzuheben, daß für diese Art der Verkohlung eine komplete Fabriksanlage notwendig ist, während die Meilerköhlerei mit den primitivsten Mitteln, im Walde selbst oder an irgend einem anderen passenden Orte, wo das Holz leicht zuzubringen ist, betrieben werden kann.

I. Die Meilerköhlerei.

§ 27. Unter einem Meiler versteht man einen zum Zwecke der Verkohlung nach gewissen Regeln aufgebauten Holzstoß, welcher mit einer dichten, feuerbeständigen Decke umgeben ist. Man unterscheidet stehende und liegende Meiler. Erstere besitzen die Form eines Paraboloides, in welchem die Hauptmenge des Holzes stehend (respektive schwach geneigt) eingeschichtet ist. Letztere haben im Allgemeinen die Form eines liegenden Keiles, dessen Enden senkrecht abgeschnitten oder abgerundet sind. Das Holz wird liegend, quer über die Längsrichtung der Kohlplatte eingelegt. In den stehenden Meilern wird vorwiegend Spaltholz (deutsche Methode), in den Alpenländern aber auch Rundholz (italienische Methode oder Alpenköhlerei) verkohlt, während in den liegenden Meilern fast ausschließlich Rundholz in Anwendung kommt.

Abgesehen von der Form des Meilers, unterscheidet man auch noch Waldköhlerei und Hüttenköhlerei. Die erstere wird im Walde selbst und zwar in möglichster Nähe der Holzschläge betrieben, wechselt daher fast alljährlich ihren Standort (Wanderkohlung), oder man wählt mehr ständige Plätze, meist am Fuße ausgedehnter Waldkomplexe, an Triftrechen, Lenden oder Holzgärten, wo die Bringung des Holzes leicht und mit geringen Kosten zu bewerkstelligen ist (Lendkohlung). Die Hüttenköhlerei wird an den Verbrauchsorten der Kohle, also vorzugsweise bei Eisenhütten betrieben.

§ 28. A. Verkohlung in stehenden Meilern. Zur Verkohlung kann jede Holzart und auch jedes Holzsortiment verwendet werden. Zumeist kohlt man Nadelholz oder Laubholz von geringerem Werte (vorzugsweise Rotbuche). In manchen Distrikten (z. B. in Ober-Ungarn, im Banat und Küstenland) wird übrigens fast ausschließlich Laubholz (Rotbuche, Eiche, Linde, Aspe 2c.) gekohlt. Als Regel gilt es, den Meiler nur aus einer Holzart und einem Sortimente aufzurichten, was sowohl hinsichtlich der Kohlungsdauer, als auch des verschiedenen Gebrauchswertes der Kohlen erwünscht ist. Ist man gezwungen, Holz von verschiedener Abstammung und Stärke zu verkohlen, so muß das schwerer kohlende Holz in schwächeren Scheiten mehr gegen die Mitte des Meilers gestellt werden, wo schon beim Beginn der Kohlung eine höhere Temperatur herrscht.

Das Kohlholz soll lufttrocken sein. Bei feuchtem Holze ist der Kohlgang langsamer, unregelmäßiger und die Kohlenausbeute geringer.

Das Wasser, welches im Holze enthalten ist, wird bei der Verkohlung in Dampf verwandelt, und die hiezu notwendige Wärmemenge (für je 1 Klgr. Wasser rund 630 Calorien = 0,15 Klgr. Holztrockensubstanz) muß durch Verbrennen des Holzes oder der Kohle geliefert werden. Ueberdies ergibt sich auch noch ein Verlust durch die Einwirkung des Wasserdampfes auf die glühende Kohle, wobei Wasserstoff und Kohlenoxyd als Endprodukte entstehen:

$$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$$
$$C + CO_2 = 2CO.$$

Diese Prozesse sind bei keiner Holzverkohlung, mag dieselbe auf was immer für eine Art geschehen, zu vermeiden. Die Kohlenausbeute wird aber um so geringer, je mehr Wasserdampf sich entwickelt, beziehungsweise je feuchter das Holz ist.

Von Wichtigkeit ist ferner die Form und Stärke des Kohlholzes. Bei der deutschen Verkohlungsmethode wird vorwiegend Scheitholz verwendet. Stämme über 15 cm Durchmesser werden einmal, stärkere Stämme mehrmals gespalten. Die Scheitlänge beträgt gewöhnlich 1 m. Die Aeste und Zacken müssen scharf abgehauen werden, weil sonst ein dichtes Richten nicht möglich ist und zuviel Kleinholz, welches nur geringwertige Kohle gibt, zum Ausfüllen der Klüfte notwendig wird.

Knüppel- und Prügelholz bis zu 15 cm bleibt ungespalten. Maximallänge $^3/_4$—1 M. Längere Stücke sind nicht dicht zu stellen, weil sie nur selten eine regelmäßige Gestalt besitzen.

Aeste bis zu einem Minimaldurchmesser von 3 cm können noch zur Kohlung verwendet werden. Die Zurichtung besteht nur in dem Abhauen der kleinen Zweige und Zuschneiden der Aeste auf gleiche Länge.

Stock- und Wurzelholz erfordert wegen der außerordentlich unregelmäßigen Gestalt eine umständliche, kostspielige Zurichtung, welche häufig nicht rentiert. Alle vorstehenden Zacken müssen abgesägt und der Stock je nach seiner Stärke in 3, 4 und noch mehr Teile gespalten werden.

Bei der Alpenköhlerei wird in der Regel nur Rundholz benützt, meist Fichte, seltener Tanne und Lärche. Nur die stärksten Stämme (über 45 cm Durchmesser) werden einmal gespalten. Die Länge des Kohlholzes beträgt bis zu 2 m, selten darüber. Das Entrinden der Stämme ist zweckmäßig (schon der besseren Austrocknung wegen), geschieht aber nicht immer. Unter allen Umständen gilt es als Regel nur gesundes Holz zu verwenden. Stockiges oder faules Holz gibt immer eine schlechte, brüchige, und wenn die Zersetzung schon weiter vorgeschritten ist, eine ganz mürbe, unbrauchbare Kohle.

Die Form des stehenden Meilers entspricht einem Paraboloid, dessen Rauminhalt x durch die Formel:

$$x = \frac{p^2 h}{8\pi}$$

gefunden wird, worin p die Peripherie des Meilers und h dessen Höhe bedeutet. Da die Gestalt des Meilers von der mathematischen Form des Paraboloides etwas abweicht, so sind von dem berechneten Inhalte 4—6 % in Abzug zu bringen.

Die zweckmäßigste Größe der Meiler hängt von verschiedenen Umständen ab. Bei der deutschen Köhlerei findet man Meiler von 20 bis 200 m³ Inhalt, mitunter auch größere. Bei der Wanderköhlerei macht man in der Regel Meiler von 20—60 m³. Wird hingegen die Kohlung auf ständigen Plätzen betrieben, so gibt man dem Meiler einen Fassungsraum von 100—200 m³. Bei der Alpenköhlerei muß der Meiler der Form und Stärke des Kohlholzes wegen, viel größer angelegt werden, 400—1000 m³. Die früher gebräuchlichen, abnorm großen Meiler von 1500—2000 m³ Inhalt hat man jetzt allerorts aufgegeben. Große Meiler beanspruchen im Verhältnis zu ihrem Inhalte eine geringere Bodenfläche und weniger Deckmaterial. Sie haben ferner den Vorteil, daß die Wärme besser ausgenützt wird, die Kosten für die Arbeit und Ueberwachung pro Gewichts- oder Volumeinheit der erzeugten Kohle geringer sind und ein kleinerer Prozentanteil minderwertiger Quandelkohlen gezogen wird. Aber auch die kleinen Meiler haben gewisse unverkennbare Vorzüge und sind namentlich für die Wanderköhlerei sehr geeignet, weil auf unebenem oder sonst ungünstigem Terrain im Walde ein kleiner Kohlplatz leichter zu finden und mit geringeren Kosten herzurichten ist, als ein großer. Die Arbeit des Meileraufbaues ist eine leichtere, der Feuerungsgang läßt sich sicherer regieren und Unregelmäßigkeiten, welche durch ungünstiges Wetter veranlaßt werden, können leichter vermieden oder eventuell verbessert werden.

Die Arbeit an einem stehenden Meiler umfaßt im Allgemeinen folgende Operationen:

1. Die Herrichtung der Kohlstätte.
2. Der Aufbau des Meilers (das sog. Richten).

3. Das Berüsten und Decken des holzfertigen Meilers.
4. Das Anzünden.
5. Das Regieren des Feuers.
6. Das Nachfüllen.
7. Das Verwahren und Auskühlen des Meilers.
8. Das Ausziehen und Sortieren der fertigen Kohlen.

§ 29. 1. Herrichtung der Kohlstätte. Bei der Anlage einer neuen Kohlstätte ist darauf Bedacht zu nehmen, daß die Zubringung des Holzes und die Abfuhr der Kohlen keine großen Schwierigkeiten und Kosten verursacht, daß Wasser in der Nähe sich befindet und der Kohlplatz gegen Windanfall möglichst geschützt ist. Der Boden muß trocken sein. Ist man gezwungen, den Meiler auf sumpfigem Terrain zu errichten, so muß die betreffende Stelle durch Ziehen von Gräben zunächst trocken gelegt werden. Der Boden darf ferner weder zu porös, noch zu dicht sein. Auf sehr lockerem Boden ist der Luftzug im Meiler ein zu lebhafter und infolge dessen der Kohlengang ein zu rascher. Auf dichtem Boden werden die flüchtigen Destillationsprodukte nicht aufgesaugt und der Verlauf der Kohlung ist wegen ungenügendem Luftzutritt ein zu langsamer. Kohlplatten der ersteren Art werden „hitzig", jene der letzteren Art „kalt" genannt. Am besten eignet sich ein lehmiger Sandboden. Die wesentlichste Bedingung ist die Gleichartigkeit der Kohlplatte. Es dürfen keine Risse oder Klüfte, ebensowenig aber auch ganz dichte Stellen (große Steine ꝛc.) vorhanden sein. Der Boden wird zunächst von allem Gestrüpp, Steinen ꝛc. befreit, geebnet und wie ein Gartenbeet bearbeitet; sodann zieht man mit einer Schnur einen Kreis, welcher der Peripherie des Meilers entspricht. Gegen das Zentrum hin wird ein Anlauf von 20—30 cm Höhe gemacht. Je dichter der Boden ist, desto steiler muß der Anlauf sein. Letzterer hat den Zweck den Luftzug im Meiler zu vermehren und die Kondensationsprodukte nach außen abzuleiten. Schließlich wird die Kohlplatte festgetreten und bleibt längere Zeit (womöglich über Winter) unbenutzt. Bevor man die Platte in Gebrauch nimmt, müssen etwa vorhandene Schäden ausgebessert und der Boden durch Abbrennen von Reisig oberflächlich getrocknet und vorgewärmt werden. Auf einer neuen Platte fällt die Kohlenausbeute bei den ersten Kohlgängen immer um 2—5 % geringer aus. Rings um den Kohlplatz muß ein genügend großer Raum (Fegplatz) für die Abladung des Holzes, Unterbringung der Kohlen, Bereithalten des Deckmaterials und Aufstellung der Köhlerhütte vorhanden sein. Man trachtet immer, selbst bei der Waldköhlerei, wenn möglich zwei oder mehrere Meiler unweit von einander anzulegen, um an Aufsichtspersonal zu sparen und die Kosten für die Herstellung und Erhaltung der Wege zu vermindern. Bei der Hütten- und Lendköhlerei versteht es sich von selbst, daß alle Meiler thunlichst nahe an einander gelegt werden.

§ 30. 2. Der Aufbau oder das Richten des Meilers. Der Aufbau beginnt immer mit der Herstellung des Quandelschachtes. Unter Quandel versteht man den zentralen Raum des Meilers. Der Quandel dient als Feuerschacht und wird aus 3 oder 4 armdicken Pfählen gebildet, welche in einem gegenseitigen Abstand von je 30 bis 40 cm im Boden befestigt werden. Ihre Höhe entspricht jener des aufzubauenden Meilers. Die Pfähle werden mit Wieden umflochten und bilden so einen Schacht zur Aufnahme von leicht entzündlichem Brennstoff (Kienholzspäne, trockene Birkenrinde, dürres Reisig, Brände ꝛc.). Ist der Quandelschacht gefüllt, so wird am Fuße desselben ein sogenannter Zündmaterialkegel (bestehend aus dünngespaltenem, trockenem Holze, Brände, Reisig u. dgl.) angelegt und sodann mit dem Ansetzen des Holzes begonnen. Dabei ist als Regel zu beobachten, daß unmittelbar an den Zündmaterialkegel schwächeres, dann immer stärkeres, auf halbem Halbmesser das stärkste und gegen die Peripherie hin wieder schwächeres Holz zu stehen kommt. Die Scheite müssen mit dem stärkeren Ende am Boden stehen. Dadurch

ergibt sich von selbst eine gewisse Neigung des Holzes gegen den Quandel. Im fertigen Meiler beträgt die Böschung 55—60°. Diese Neigung ist notwendig, damit die Decke nicht abrutscht. Ist der Bodenstoß bis auf halben Diameter fertig, so beginnt man mit dem Ansetzen des zweiten Stosses und fährt dann oben und unten gleichmäßig bis zur Peripherie fort. Schließlich wird die Haube aufgebracht und dabei das Holz in schwächeren Scheitern quer gelegt, um die runde Abdachung des Meilers herauszubringen. Das Holz muß zur Vermeidung eines zu starken Zuges im Meiler möglichst dicht gestellt werden und ist daher noch öfter ein nachträgliches Zurichten der Scheite (Absägen oder Abhacken der Vorsprünge und Zacken) erforderlich. Alle Klüfte zwischen den Scheitern müssen mit Spaltholz ausgefüllt werden, namentlich ist dies an der Oberfläche notwendig, um neben dem schon erwähnten Grunde auch noch das Durchrieseln der Decke zu verhindern.

§ 31. 3. Das Berüsten und Decken des holzfertigen Meilers. Die Unterstützungen zum Halten der Decke werden „Rüsten" genannt. Man unterscheidet Unter- und Oberrüsten. Die Unterrüsten (Fußrüsten) werden in der Weise hergestellt, daß man rings um den Meiler in gewissen Abständen kleine etwa 15 cm hohe Klötze oder Steine anbringt und Scheite quer überlegt, welche der Decke als Unterstützung dienen. Bei der Verkohlung verbrennen die Scheite teilweise und sind gewöhnlich nur einmal zu gebrauchen. Besser bewähren sich eiserne Rüsten in der Form eines Kreissegmentes, welche an einer Seite einen Fuß besitzen. Sie sind sehr dauerhaft und geben dem Meilerumfang eine regelmäßige Form, indem sie sich dichter an das Holz bringen lassen, als die geraden Scheite. Unterrüsten sind bei einem jeden Meiler notwendig, nur bei der Reisigdecke können sie entbehrt werden, weil sich diese niemals so dicht an das Holz legt, daß der Luftzug dadurch gehemmt würde.

Oberrüsten werden nur bei steil gebauten Meilern angebracht oder wenn bei sehr trockenem Wetter die Decke nicht halten will.

Die Decke besteht bei der deutschen Verkohlungsmethode aus zwei Schichten: zu unterst, als unmittelbare Bedeckung des Holzes, das sog. Rauhdach oder Gründach und darüber das Erddach. Das Rauhdach besteht aus Rasen, Laub, Moos, jungem Nadelholzreisig, Farrenkraut, Schilf oder dergl. Es hat den Zweck, der ganzen Decke eine gewisse Elastizität zu verleihen, um dem bei der Kohlung allmählich einsinkenden Meiler nachzugeben, ferner um das Durchrieseln der Erddecke zu verhindern. Das Erddach bildet die äußere, feuerfeste und bis zu einem gewissen Grade auch dichtschließende Umhüllung des Meilers. Dasselbe wird aus einem durchfeuchteten Gemenge von humoser Walderde und Kohlenklein (Stübbe oder Lösche genannt) hergestellt. Die Mächtigkeit der Erddecke richtet sich nach der Beschaffenheit des Rauhdaches, nach der Stärke des Kohlholzes, nach der Witterung 2c. und schwankt von 5 bis 25 cm. Rasen bedarf die schwächste, Reisig die stärkste Erddecke.

Alle Meiler, welche nicht im Walde geschützt stehen, brauchen eine Schutzwand gegen den Windanfall, den sog. Windschauer. Derselbe wird aus Schwarten oder Reisig hergestellt, ist etwas höher als der Meiler und soll, der Feuersgefahr wegen, mindestens 2 m vom Meilerumfang abstehen.

§ 32. 4. Das Anzünden. Der Meiler kann von oben oder von unten in Brand gesetzt werden. Beim Obenanzünden wird an der oberen freien Mündung des Quandelschachtes ein kleines Feuer angemacht, welches sich allmählich nach abwärts zieht, indem die Quandelfüllung ausbrennt. Beim Anzünden von unten muß schon beim Aufbau des Meilers am Fuße desselben eine Zündgasse, welche von der Peripherie bis in den Quandelschacht reicht, frei gelassen werden. Diese Zündgasse soll hinter Wind liegen. Das Anzünden geschieht durch Einführung einer mit brennenden Kienholzspänen versehenen Zündrute. Damit das Feuer nicht erlischt, müssen sowohl beim Oben- als auch beim

Untenanzünden Zugöffnungen unter den Fußrüsten vorhanden sein. Das Anzünden erfolgt immer vor Tagesanbruch bei windstiller Luft.

§ 33. 5. **Das Regieren des Feuers.** Bei jeder Art des Anzündens brennt zuerst die Quandelfüllung aus, sodann wird der Zündmaterialkegel erfaßt, wobei sich das Feuer um den Quandelschacht herum nach aufwärts zieht und unter der Haube ausbreitet. Bei normalem Gange schreitet die Glutzone in der Form eines mit der Spitze nach abwärts gerichteten Kegels fort. Die Mantelfläche desselben breitet sich immer mehr aus und geht endlich in eine Horizontalebene über, so daß die Glut an dem untersten Rande des Meilers anlangt. Damit ist die Kohlung beendet.

Um das gleichmäßige Niedergehen der Glutzone zu ermöglichen, müssen Zugöffnungen (Rauchlöcher, Register oder Räume genannt) in der Decke angebracht werden. Die Rauchlöcher werden mit dem Stiel der Schaufel durch beide Decken hindurch bis auf das Holz gestoßen. In den ersten 24 Stunden nach dem Anzünden wird in der Regel blind gekohlt, d. h. ohne Rauchlöcher. Erst nach Ablauf dieser Zeit werden die ersten Rauchlöcher rings um dem sogenannten Saume oder Wechsel (d. i. jene Stelle, wo der zweite Holzstoß aufhört und die Haube beginnt) gestochen. Der aus diesen Oeffnungen austretende Rauch ändert seine Beschaffenheit allmählich und daran läßt sich der Gang der Verkohlung sehr gut beurteilen. Anfänglich tritt fast nur Wasserdampf aus. In dem Maße, als die Verkohlungszone näher rückt, kommen Produkte der trockenen Destillation zum Vorschein; der Rauch wird gelblich, besitzt einen empyreumatischen, sauren, stechenden Geruch. Im weiteren Verlaufe wird der Rauch hellweiß, der widerliche Geruch läßt nach und schließlich schlägt eine blaue Flamme (Kohlenoxyd) aus der Oeffnung heraus, als Beweis, daß die Glutzone bis zu den Rauchlöchern vorgeschritten ist. So lange darf man jedoch nicht warten. Sobald Rauch von weißer Farbe auftritt, muß die ganze Reihe der Rauchlöcher mit Lösche geschlossen und mit der Plättschaufel zugeschlagen werden. Gleichzeitig wird weiter unten eine neue Reihe gestochen. In dieser Weise wird fortgefahren, bis man an dem Fuße des Meilers angelangt ist. Sollte die Glut nicht ringsum im ganzen Meiler gleichmäßig niedergehen, so muß an jener Seite, wo sie rascher vorschreitet, blind gekohlt werden. Bei Meilern, welche an einem Bergabhange stehen, ist der Zug an der Thalseite immer größer als an der Bergseite, folglich auch das Niedergehen der Glutzone ein unregelmäßiges, welches in der angedeuteten Weise ausgeglichen werden muß. Eine andere Unregelmäßigkeit, welche namentlich bei zu raschem Kohlgange auftritt, ist das „Schütten, Werfen oder Schlagen" des Meilers: darunter versteht man das explosionsartige Abwerfen einzelner Partien der Decke. Sobald die Temperatur im Meiler etwas höher steigt, entwickelt sich Wasserdampf aus dem Holze, welcher anfänglich an der kalten Erddecke kondensiert wird. Der Meiler fängt an zu schwitzen. Zugleich oder etwas später entweicht auch ein dicker, qualmender Rauch, welcher die Erddecke durchdringt. In dieser Periode liegt die Gefahr des Schüttens sehr nahe. Schließt die Decke zu dicht oder ist das Feuer im Meiler zu lebhaft, so werden mehr Dämpfe entwickelt als durch die Decke entweichen können; die Folge davon ist, daß die Dämpfe sich gewaltsam Austritt verschaffen und einen Teil der Decke abwerfen. Außer Wasserdampf können auch noch brennbare Gase, vor allem Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe, in Berührung mit der atmosphärischen Luft knallgasartige Gemenge geben, welche Explosionen im Meiler veranlassen. Beim Beginn der Kohlung ist es vorzugsweise der Wasserdampf und in den späteren Stadien sind es die brennbaren Gase, welche das Schütten des Meilers bewirken. Ganz ruhig verläuft die Kohlung niemals, kleine Detonationen sind unvermeidlich, sie dürfen aber niemals so stark werden, daß ein teilweises Abwerfen der Decke und Auseinanderwerfen des Holzes damit verbunden ist. Die durch das Schütten entstandenen Oeffnungen

müssen sofort wieder verschlossen und der Zug im Meiler muß auf das thunlichste Minimum reduziert werden.

§ 34. 6. Das Nachfüllen. Bei der Kohlung entstehen immer Höhlungen im Meiler, welche mit kurzem Spaltholze, Bränden oder Gröſekohlen ausgefüllt werden müssen. Der erste Hohlraum ergibt sich durch das Ausbrennen des Quandelschachtes; weitere Hohlräume entstehen dann noch durch das ungleichmäßige Niedergehen der Kohle. Das Volumen des Scheitholzes schwindet bei der Verkohlung um 30—40 %, bei frischem, wasserreichen Holze auch noch mehr. Durch diese bedeutende Volumverminderung findet nicht nur ein starkes Niedergehen der Decke, sondern auch ein Verstürzen der Kohle statt, wodurch notwendigerweise Höhlungen im Meiler entstehen müssen. Diese Höhlungen fallen um so größer aus: 1. je feuchter das Holz war, 2. je weniger dicht dasselbe gestellt wurde, 3. je rascher die Kohlung verläuft und 4. je ungleichmäßiger das Feuer niedergeht. Die Ausfüllung des leergebrannten Quandelschachtes nennt man das Hauptfüllen, die Ausfüllung aller übrigen Höhlungen das Seitenfüllen. Das Hauptfüllen geschieht schon 12—16 Stunden nach dem Anzünden des Meilers und muß am 2., 3. und 4. Tage wiederholt werden, weil sich durch die Verkohlung des Füllmateriales immer wieder neue Hohlräume bilden. Die Seitenfüllungen werden nach Bedarf gemacht. Größere Hohlräume geben sich schon an dem örtlich starken Einsinken der Decke zu erkennen. Kleinere Höhlungen werden durch das Abklopfen des Meilers mit dem sogenannten Wahrhammer (d. i. ein hölzerner Schlägel) ausfindig gemacht. Mindestens eine Stunde vor dem Füllen müssen alle Zugöffnungen verschlossen werden. An der hohl erkannten Stelle nimmt der Köhler die Decke ab, stößt mit einer Stange die losen Kohlen hinunter, bringt das schon früher vorbereitete Füllmaterial ein, legt die Rauh- und Erddecke wieder auf und klopft dieselbe mit dem Hammer fest. Die ganze Manipulation muß möglichst schnell geschehen, damit die Glut im Meiler nicht zu stark angefacht wird. Durch etwa 12 Stunden nach dem Füllen wird blind gekohlt. Trotz diesen Vorsichtsmaßregeln verbrennt aber immer ein Teil der Kohle und muß daher schon von vornherein darauf Bedacht genommen werden, alle Umstände zu vermeiden, welche ein oftmaliges Füllen notwendig machen.

§ 35. 7. Das Verwahren und Auskühlen des Meilers. Um Unregelmäßigkeiten im Kohlgang vorzubeugen, muß der Köhler jeden Abend die Decke, soweit die Verkohlungszone reicht, mit dem Wahrhammer niederklopfen, etwa vorhandene Risse, sowie die stark eingesunkenen Stellen mit feuchter Stübbe ausgleichen (beschießen) und die nötigen Füllungen machen. Diese Arbeiten nennt man das Verwahren. Ist die Verkohlung bis zur Gahre vorgeschritten, so erfolgt das Abkühlen. Zu diesem Behufe werden die Fußräume verschlossen und damit der Zug im Meiler abgesperrt, die ganze Decke wird mit feuchter Stübbe beschossen und der Meiler 24 Stunden der Abkühlung überlassen. Um das Erlöschen der Glut zu beschleunigen, wird die Decke streifenweise abgenommen, durchgehackt und sofort wieder aufgebracht. Dabei rieselt die Erde zwischen die Kohlen ein und dämpft die Glut rasch ab.

§ 36. 8. Das Ausziehen und Sortieren der Kohlen. Das Ausziehen (auch Langen oder Stören genannt) wird mit einem eisernen, gekrümmten Hacken am Fuße des Meilers vorgenommen. Diese Arbeit wird Abends begonnen und die Nacht hindurch fortgesetzt, um die Glut besser überwachen zu können. Die Ziehöffnung muß gegen Windanfall geschützt sein. Man zieht nur 2—3 m^3 an einer Stelle aus, dann wird die Oeffnung verschlossen und an einer anderen Stelle mit dem Ausziehen begonnen. In dieser Weise fährt man rings um den Meiler fort, bis alle Kohlen ausgezogen sind. Der verbleibende aus dem Zentrum des Meilers stammende Rest, besteht aus Kohlenklein und Asche und wird behufs Erkaltung ausgebreitet. Die ausgezogenen Kohlen werden

nach der Holzart, falls überhaupt gemischtes Holz in Anwendung kam, und nach ihrer Größe sortiert.

Man unterscheidet folgende Sortimente:

1. Grob-, Lese- oder Hüttenkohlen d. s. die größten Stücke und dienen vorzugsweise für hüttenmännische Zwecke.
2. Schmiedekohlen, von Faustgröße und darüber.
3. Zieh- oder Rechkohlen, von Nuß- bis Faustgröße.
4. Quandelkohlen, die kleinsten leichten Kohlen aus der Nähe des Quandelschachtes.

Die beiden ersten Sortimente werden durch Handscheidung gewonnen, die beiden letzteren durch Gitter aussortiert.

5. Brände d. s. halbverkohlte Stücke, welche als Füllmaterial Verwendung finden. In der Regel wird nur ein Sortiment, bestehend aus 1, 2 u. 3, abgegeben. 4 u. 5 werden am Kohlplatz weiter verwendet.

Von diesem Verfahren, welches gewöhnlich als die deutsche Verkohlungsmethode bezeichnet wird, gibt es verschiedene Varianten; eine davon ist die Alpenköhlerei oder italienische Verkohlung. Dieselbe unterscheidet sich von der deutschen Kohlung durch Folgendes:

1. Wird Rundholz und nur ausnahmsweise Spaltholz bis zu 2 m Länge und ¹/₃ m Stärke angewendet.

2. Die Kohlplatte wird so dicht als möglich gemacht und das Kohlholz auf eine Meilerbrücke gestellt, um den nötigen Luftzug im Meiler zu veranlassen. Die Meilerbrücke wird aus einmal gespaltenen Kohlholzklötzen hergestellt, welche teils radial und teils quer über konzentrisch gelegt werden.

3. Muß der Meiler, der größeren Länge des Kohlholzes wegen, steiler gebaut werden Der Einfallswinkel beträgt 60—70°. (Bei der deutschen Kohlung hingegen nur 40—50°.)

4. Der Fassungsraum des Meilers ist bedeutend größer 400—1000 m³.

5. Wird gewöhnlich nur eine Decke gegeben, welche aber viel stärker ist als bei der deutschen Kohlung (unten 60 und oben 30 cm dick). Zum Festhalten der Decke sind bei dem steilen Bau des Meilers komplizierte Rüstungen erforderlich.

6. Das Anzünden geschieht in der Regel von oben.

Diese Verkohlungsmethode, welche mancherlei Uebelstände im Gefolge hat, ist schon seit einer Reihe von Jahren in entschiedener Abnahme begriffen. Dort wo sie noch in Uebung steht, sind lokale Verhältnisse, vor Allem die billigere Aufarbeitung und Bringung des Kohlholzes und zum Teil wohl auch das Festhalten an dem Althergebrachten die Ursache.

Der Hauptnachteil liegt in der Verwendung von Rundholz, welches namentlich in berindetem Zustande, niemals den Trockenheitsgrad des Spaltholzes erreicht, ferner in den langen, schweren Klötzen, welche eine übermäßige Anstrengung beim Aufbau des Meilers verursachen und sich nicht genügend dicht aufrichten lassen. Auch der große Verbrauch an Stübbe zum Eindecken des Meilers, ist an vielen Orten ein Hindernis.

Alle anderen Varianten, welche sich auf die verschiedene Art des Richtens (stehende und liegende Stöße abwechselnd), Herstellung des Quandels (Stange anstatt Schacht), Einlagerung von Grösekohlen (slavischer Meiler) oder Ausfüllung aller Zwischenräume durch Kohlenklein (amerikanischer Meiler) u. s. w. beziehen, sind von untergeordnetem Interesse.

§ 37. Dauer des Kohlganges. Die Kohlungszeit ist von verschiedenen Umständen: Größe und Stärke des Kohlholzes, Feuchtigkeitsgehalt desselben, Größe des Meilers, Leitung des Feuers und von der Witterung abhängig. Ein mäßig beschleunigter Kohlgang gibt die beste Ausbeute, sowohl in Bezug auf Qualität, als auch auf Quantität der Kohle. Bei einem stehenden Meiler aus Buchenscheitholz dauert der Feuerungsgang bei 20—40 Rm. Inhalt 4—5 Tage, 60—80 Rm. 7—8 Tage, 100—150 Rm. 10—14 Tage. Bei Nadelholz muß der Kohlgang langsamer sein und dauert bei einem Meiler von 20—40 Rm. Inhalt 6—8 Tage, bei 100—150 Rm. 15—20 Tage. Ungünstige Witterung verzögert den Kohlgang sehr bedeutend.

§ 38. B. Die Verkohlung in liegenden Meilern. Diese Methode ist vorzugsweise in Niederösterreich, Steiermark und im Salzkammergute, ferner auch in Schweden gebräuchlich.

Zur Kohlung dient nur Nadelholz, vorwiegend Schwarzföhre. Das Holz wird in ganzen, möglichst geraden Stämmen von jeder Stärke und gewöhnlich 3—5 m Länge angewendet.

Die Herrichtung der Kohlstätte geschieht in derselben Weise, wie bei stehenden Meilern. Ueber die ganze Länge der Kohlplatte werden drei starke, gerade Stangen gelegt, welche dem quer überzulegenden Kohlholz als Auflager dienen. Beim Aufbau des Meilers ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die starken Stämme auf halber Höhe und mehr gegen die Rückwand zu liegen kommen, wo sie am längsten der Glut ausgesetzt sind. Oben, unten und an der Vorwand kommt schwächeres Holz. Alle Zwischenräume müssen mit geringerem Holze möglichst dicht ausgefüllt werden. In der Mitte der Vorderwand wird eine Zündkammer und von dieser nach beiden Seiten hin, bis an die Längswände, eine Zündgasse angelegt, um das Feuer über die ganze Meilerbreite leiten zu können. Der holzfertige Meiler erhält zwei Decken. Als erste dient Reisig, als zweite Lösche gemengt mit feuchter Erde. Um die Decke an den senkrechten Seitenwänden zu halten, werden dieselben mit Bretter oder Schwarten verschalt. In der Regel geschieht auch dies an der Vorderwand, seltener an der Rückwand. Meist wird letztere in einem Winkel von etwa 20° abfallend gebaut, in gleicher Weise wie das Dach eingedeckt und durch Rüsten gestützt. Um den erforderlichen Zug im Meiler herzustellen, werden an den beiden Seitenwänden Fußräume angebracht.

Die Zündkammer und die Zündgasse werden mit Kienholzspänen gefüllt und in Brand gesteckt. Damit das Feuer gleichmäßig über die ganze Breite des Meilers platzgreift, ist ein öfteres Nachfüllen von Kienholz oder dergl. leicht entzündlichem Material notwendig. Ist ein Ausgehen des Feuers nicht mehr zu befürchten, so werden die Fußräume geschlossen und am Dache, ungefähr auf ein Drittel der Meilerlänge, die ersten Rauchlöcher gestoßen. Die Glut zieht sich in schräger Richtung von der Vorderwand nach rückwärts und zwar so, daß die Glutzone am Dache immer um 2—2½ m weiter vor ist, als am Fuße des Meilers. Sobald sich das Feuer den Rauchlöchern nähert, werden dieselben verschlossen (desgleichen auch die Mündung der Zündkammer) und ½—1 m weiter rückwärts neue Räume gestochen. In dieser Weise wird fortgefahren, bis die Flamme am Fuße der Rückwand herausschlägt, als Beweis, daß der ganze Meilerinhalt verkohlt ist. Der Kohlgang muß möglichst langsam geführt werden, damit einerseits die starken Stämme vollkommen durchkohlen und andererseits nicht zu viel Kohle verbrennt. Die Stübbe am Dach muß anfänglich locker gehalten werden, damit der Wasserdampf entweichen kann. Erst wenn die Kohlung weiter vorgeschritten und die Gefahr des Schüttens vorüber ist, wird die Decke verstärkt.

Das Abkühlen geschieht in derselben Art wie bei den stehenden Meilern, durch stellenweises Abnehmen der Decke am Dache, Einrieseln von trockener Erde und neuerliches Bedecken. Die Seitenwände dürfen dabei nicht angebrochen werden. Die fertigen Kohlen werden nur an der Vorderwand ausgezogen. Das Ausziehen erfolgt partieenweise und wird immer nur so viel ausgenommen als an einem Tage abgeführt werden kann. Die Kohlen werden so wie bei den stehenden Meilern sortiert. Am Fuße finden sich die leichtesten, an der Hinterwand die schwersten Kohlen.

§ 39. Kritik der Meilerköhlerei. Diese Art der Holzverkohlung ist die weitaus gebräuchlichste und wird ihren Platz gewiß noch lange behaupten. Sie hat vor Allem den Vorzug der Einfachheit und kann überall im Freien mit den einfachsten Behelfen

betrieben werden. Mit Ausnahme einiger Handgeräte sind keinerlei Werksvorrichtungen erforderlich. Für Massenproduktion eignet sich diese Methode wie keine andere. Die Qualität der Kohle ist bei richtig geleitetem Kohlgange eine gute. Auch die quantitative Ausbeute kommt der Ofen- und Retortenverkohlung sehr nahe.

Als Nachteile der Meilerköhlerei sind anzusehen: 1. gehen die flüssigen Destillationsprodukte entweder ganz verloren oder kann nur ein geringer Teil derselben gewonnen werden; 2. hat man mit den Unbillen der Witterung zu kämpfen; 3. können leichter Betriebsstörungen eintreten; 4. ist mehr Umsicht und Geschicklichkeit des Arbeiterpersonales erforderlich.

Wesentliche Unterschiede bezüglich der Zweckmäßigkeit des Verfahrens sind noch zu verzeichnen, zwischen den stehenden und liegenden Meilern und zwischen der ständigen und wandernden Köhlerei.

Stehende Meiler haben den liegenden gegenüber den Vorteil, daß nicht nur Stammholz, sondern auch geringere Holzsortimente Verwendung finden können, daß sich das Feuer besser regieren läßt, indem der Meiler ringsum zugänglich ist, daß ferner das quantitative Ausbringen ein höheres und die Qualität der Kohle eine bessere ist. Diese Methode ist namentlich für größere ständige Kohlungsanlagen (Hütten- oder Lendköhlerei) geeignet. Aber auch die liegenden Meiler haben gewisse nicht zu verkennende Vorzüge. In den engen Thälern des Hochgebirges läßt sich für einen liegenden Meiler viel leichter ein geeigneter Platz ausfindig machen, als für einen stehenden vom gleichen Rauminhalte. Das Richten des Meilers ist einfacher, erfordert weniger Sorgfalt und Kraftaufwand; die Führung des Feuers ist leichter; die Witterung hat viel weniger Einfluß, nachdem meist drei Seitenwände des Meilers ganz geschlossen sind und das Dach mit einer starken Decke versehen ist; die lästige und gefährliche Arbeit des Nachfüllens kommt gar nicht vor; das Schütten kann leichter vermieden werden und der dadurch bedingte Schaden kann niemals solche Dimensionen annehmen, wie bei einem stehenden Meiler. Ueberhaupt erfordern die liegenden Meiler viel weniger Wartung; ein Köhler kann mehrere, auf nicht allzu großen Wegstrecken auseinander liegende Meiler gleichzeitig überwachen. Diese Methode eignet sich daher vorzugsweise für die Wanderköhlerei.

Die ständige oder konzentrierte Köhlerei hat vor Allem den Vorzug, daß immer dieselben Arbeiter dabei beschäftigt sind, welche durch vieljährige Erfahrungen alle Eigentümlichkeiten der Kohlstätte, den voraussichtlichen Wechsel der Witterung und überhaupt alle Momente, welche auf den Kohlgang Einfluß nehmen, genau kennen und rechtzeitig berücksichtigen; daß ferner eine ausgiebigere Kontrolle des Köhlerpersonales möglich ist, und daß immer die gleichen, schon gut vorgerichteten Kohlplatten wieder benützt werden. Befindet sich der Kohlplatz in der Nähe der Verbrauchsstelle (z. B. einer Eisenhütte), so fällt auch der sogen. Einrieb (das Abreiben und Zerbrechen der Kohlenstücke), welcher bei weiterem Transport ganz unvermeidlich ist, weg.

Die wandernde Wald- oder Schlagköhlerei hat nur bei kleinerem Betriebe oder unter sonst eigentümlichen, lokalen Verhältnissen eine Berechtigung und steht, aus den vorerwähnten Ursachen, bezüglich des qualitativen und quantitativen Ausbringens dem konzentrierten Köhlereibetriebe nach.

§ 40. Die Grubenköhlerei ist die primitivste Methode der Holzverkohlung und wird gegenwärtig nur mehr in vereinzelten Fällen betrieben. Sie kann nur dann als zulässig gelten, wenn es sich um die Verkohlung geringwertiger Holzsortimente und nebenbei um die Gewinnung von Teer handelt, letzteres namentlich bei der Verwendung von harzreichem Stockholze. Die Grube soll in einem festen, wenig durchlässigen Boden angelegt werden. Die Tiefe beträgt 1—1½ m, der obere Durchmesser 2—2½ m, der untere um ½ m weniger. Die Grube wird zuerst mit Reisig gefüllt und dasselbe angezündet. Sobald der Rauch nachläßt, wird die kohlige Masse zusammengestoßen und Holz nachgeworfen. Ist ein Verlöschen des Feuers nicht mehr zu befürchten, so wird neuerlich Holz nachgeworfen und mit Zwischenpausen so weiter verfahren, bis die ganze Grube gefüllt ist. Schließlich wird dieselbe mit Rasen und Erde be-

deckt und 1—2 Tage der Abkühlung überlassen. Es ist selbstverständlich, daß bei dieser Manipulation ein großer Teil der Kohle verbrennt. Viel zweckmäßiger ist es, wenn man die Grube ausmauert oder mit einem dichten Lehmbeschlag versieht, das Holz auf einen Rost stellt und seitlich im Erdreich Luftzüge anbringt, welche unter dem Roste einmünden. Die regelrecht mit Holz gefüllte Grube wird mit Rasen und Erde dicht eingedeckt. An einigen Stellen wird die Decke abgenommen und Feuer angemacht. Hat sich das Feuer über die ganze Grube verbreitet, so werden die Oeffnungen wieder zugedeckt und die weitere Feuerleitung durch Rauchlöcher in der Decke bewerkstelligt. Für den Abzug des Teers ist unter dem Roste ein eigenes Rohr angebracht. Die Grube muß deshalb in einem Bergabhang angelegt werden.

II. Die Verkohlung in Oefen und Retorten.

§ 41. Diese Methode wird vorzugsweise dort angewendet, wo es sich um die Gewinnung der flüssigen Destillationsprodukte (Teer und Holzessig) handelt, und eine Massenproduktion der Kohle nicht beabsichtigt wird.

Die Holzverkohlungsöfen lassen sich einteilen:

1. in stabile oder Meileröfen u. z. { a. mit direkter Feuerung, b. mit indirekter Feuerung.
2. in transportable Oefen.

Die Meileröfen sind aus Mauerwerk hergestellt, haben einen länglich viereckigen oder kreisrunden Querschnitt und eine gewölbte Decke. Das Mauerwerk ist 80 bis 100 cm stark und besteht im Innern aus feuerfestem Material, außen aus gewöhnlichen Mauerziegeln. Der Fassungsraum eines solchen Ofens beträgt 80 bis 120 Rm. Zum Einbringen des Holzes und Ausziehen der Kohle ist unten eine eiserne Thür angebracht, desgleichen eine zweite im Giebel, um den ganzen Ofenraum bis oben hin mit Holz beschicken zu können. Die Sohle des Ofens hat eine schwache Neigung und besitzt an der tiefsten Stelle ein Abzugrohr für die Destillationsprodukte, welches mit einem dichtschließenden Schieber versehen ist. Bei den Oefen mit direkter Feuerung sind, ähnlich wie bei den Kalköfen, zwei oder drei außerhalb des Ofenraumes liegende Feuerherde vorhanden. Die Feuergase durchziehen die Holzfüllung und bringen dieselbe zur Verkohlung. Der Luftzutritt muß so reguliert werden, daß aller Sauerstoff auf den Feuerherden selbst verbraucht wird und kein Luftüberschuß in den Ofen gelangen kann. Oefen dieser Art sind der schwedische und der Schwarz'sche Verkohlungsofen. Eine Abart davon sind jene Meileröfen, bei welchem auf dem gewöhnlich flachtrichterförmig vertieften und mit einem Roste versehenen Boden ein Feuer angemacht und durch einen Schieber der Zug reguliert wird. Diese Einrichtung ist viel unvollkommener als die erstgenannte. Eine andere Variante, u. z. neueren Datums, ist der Hahnemann'sche Ofen. Derselbe ist schachtförmig gebaut mit kreisrundem Querschnitt und gewölbter Sohle. Die Höhe des Ofens beträgt 5 m, die innere Lichte 2,5 m. An der tiefsten Stelle ist auf einer Seite die Ziehöffnung für die Kohlen und gegenüber das Abzugsrohr für die Destillationsprodukte angebracht. Die Axe des Ofens bildet ein eiserner Schornstein, welcher bis auf die Sohle reicht und oben 1½—2 m über den Rand des Ofens hinausreicht. Oben ist der Schacht durch eine Eisenplatte abgeschlossen, in welcher zwei Oeffnungen zum Einbringen des Kohlholzes, zum Anfeuern und zum Nachfüllen sich befinden. Der Verkohlungsprozeß schreitet von oben nach abwärts fort. Die Gase gehen durch Oeffnungen am Fuße des Schlottes, steigen in demselben auf und entweichen bei der oberen Mündung in's Freie. Dieser Ofen ist sehr einfach und billig, liefert aber eine geringere Ausbeute an flüssigen Destillationsprodukten. Ein anderer Schachtofen, welcher im Prinzipe mit dem Hahnemann'schen übereinstimmt wurde von Scheffer konstruiert.

Bei den Oefen mit indirekter Feuerung sind am Boden zwei gußeiserne Heizrohrsysteme eingesetzt. Die von separaten, außerhalb des Ofens befindlichen Feuerherden gelieferten Feuergase durchstreichen die Heizröhren und bringen das Holz zum Verkohlen.

Der Verlust durch Verbrennen der Kohle ist, wenn auch nicht gänzlich ausgeschlossen, so doch gering, weil eine größere Menge Luft in den Ofenraum selbst nicht eintreten kann. Die Ableitung der Destillationsprodukte geschieht in derselben Weise, wie bei den vorangeführten Oefen. Alle gemauerten Oefen haben den Uebelstand, daß das Mauerwerk trotz aller Mühe und Sorgfalt nicht dicht zu bringen ist und durch die vielen Fugen namhafte Mengen von Destillationsprodukten entweichen. Ein weiterer Nachteil ist die außerordentlich langsame Abkühlung nach Schluß der Verkohlung. Die Verkohlung selbst geht anstandslos von statten und ist selbst bei größeren Oefen von 80—120 Rm Holzfüllung in 6—8 Tagen beendet. Die Abkühlung der Kohlenmasse nimmt aber mindestens 14 bis 16 Tage in Anspruch, so daß der Ofen eigentlich nur ¹/₃ der Zeit im Betriebe steht und ²/₃ derselben zum Abkühlen erforderlich ist. Die Leistungsfähigkeit der Oefen ist daher im Verhältnis zu den Anschaffungs- und Erhaltungskosten eine geringe.

Die transportablen Oefen bestehen aus Eisenblech und gleichen einem aufrecht stehenden Kessel, welcher aus 2—4 ringförmigen Teilen zusammengesetzt wird. Der Boden ist trichterförmig und mit einem Ablaufrohr für die Kondensationsprodukte versehen. Der Deckel ist gewölbt, hat einen Schornstein und zwei Mannlöcher zum Anfeuern und Nachfüllen. Nach jeder Verkohlung wird der Ofen demontiert, die fertige Kohle entleert, neuerlich mit frischem Holze beschickt und wieder zusammengesetzt. Der Zug wird durch eine Klappe im Schornstein reguliert. Der Fassungsraum eines Ofens (System Thenius) beträgt 20 Rm. Der Verkohlungsprozeß dauert 24—36 Stunden. Das Abkühlen erfolgt rasch und kann durch Begießen des Ofens mit Wasser noch beschleunigt werden. Der Ofen nimmt nur einen kleinen Raum ein und kann überall im Walde oder in der Nähe der Holzschläge leicht angebracht werden. Das Eisen dürfte, trotz des Ueberzuges von Zersetzungsprodukten des Teers, der sich im Innern des Ofens bildet, durch die sauren Dämpfe stark korrodiert und alsbald zerstört werden. Für kleineren Betrieb mögen diese Oefen gute Dienste leisten, für größere Verhältnisse sind sie jedoch, der geringen Leistungsfähigkeit und der voraussichtlich vielen Reparaturen wegen, nicht geeignet. Ueberdies ist die Differenz der Transportkosten des Holzes einerseits, der Kohle und der flüssigen Destillationsprodukte andererseits keine so große, wie es für den Augenblick scheint.

Aus 100 Klgr. waldtrockenem Holze werden rund 20 Klgr. Kohle, 45 Klgr. wässeriges Destillat (roher Holzessig) und 6 Klgr. Teer, in Summa also 71 Klgr. Verkohlungsprodukte gewonnen. Dabei ist aber noch zu berücksichtigen, daß für das Holz im Gebirge häufig billigere Bringungsarten angewendet werden können, als für die Verkohlungsprodukte, daß ferner auch der Ofen und die Kondensationsvorrichtung transportiert werden müssen, der Betrieb nicht genügend kontrolliert werden kann, und größere Reparaturen an den Apparaten im Walde selbst nicht auszuführen sind. Endlich kommt auch noch der Umstand in Betracht, daß der rohe Holzessig als solcher in der Regel gar nicht verkäuflich ist, sondern erst auf Calciumacetat (essigsaurer Kalk) verarbeitet werden muß, was im Walde nicht geschehen kann. Alle diese Umstände zusammen sind die Ursache, daß die transportablen Oefen eine ausgedehnte Anwendung niemals finden werden.

Von den Verkohlungsretorten unterscheidet man mehrere Arten:

1) liegende Retorten,

2) stehende Retorten und zwar { a. unbewegliche, b. bewegliche.

Die Retorten sind aus Guß- oder Schmiedeeisen hergestellt. Thonretorten bewähren sich für die Holzdestillation nicht. Gußeisenretorten sind billiger als schmiedeiserne, werden von den sauren Dämpfen weniger angegriffen, springen aber nicht selten und lassen sich nur schwierig reparieren. Bei Schmiedeeisen hingegen gelingt die Reparatur durch Aufnieten von starkem Kesselblech ganz leicht. Aus diesem Grunde wählt man in der Regel Schmiedeeisen, nur der Vorkopf wird aus Gußeisen hergestellt. Die Ausfütterung der Retorten mit Chamotte, welche mehrfach empfohlen wurde, ist zwecklos, weil sie leicht

Risse bekommt und oft in ganzen Stücken sich ablöst. Die Form der Retorten ist ein stehender oder liegender Cylinder von 8—12 mm Blechdicke. Von den viereckigen Retorten ist man gänzlich abgekommen. Die Retorten haben durchschnittlich einen Fassungsraum von 2—3 m³. Nur die sogenannten Thermokessel, d. i. eine Art stehender Retorten, sind bedeutend größer. Bei den liegenden Retorten verhält sich der Durchmesser zur Länge wie 1 : 2 bis 2,5; bei den stehenden der Durchmesser zur Höhe wie 1 : 1,2 bis 1,4. Der Verschlußdeckel ist entweder aus Gußeisen oder aus doppeltem Blech hergestellt und der Zwischenraum mit Asche erfüllt. Letztere Einrichtung ist zweckmäßiger, weil das bei einfachen Deckeln übliche Vermauern des Verschlusses wegfällt.

Die liegenden Retorten sind zu je zweien in eine Feuerung eingelegt. Die Feuerzüge sind so angeordnet, daß die Flamme die Retorte auf der ganzen Länge und auf dem ganzen Umfang umspült, was für eine gleichmäßige Verkohlung des Retorteninhalts durchaus notwendig ist. Das rückwärtige Ende der Retorten ist entweder trichterförmig verjüngt oder durch einen flachen Boden abgeschlossen. Das Ableitungsrohr für die Destillationsprodukte bildet im ersteren Falle die Fortsetzung des Trichters, während im anderen Falle dasselbe oben, nahe am Rande des scheibenförmigen Bodens, abgeht. Alle in einer Reihe liegenden Retorten (gewöhnlich 4—6 an der Zahl) haben eine gemeinschaftliche Vorlage in welche die Ableitungsröhren einmünden. Diese Vorlage besteht bei der Steinkohlendestillation (behufs Leuchtgaserzeugung) aus einem horizontalen Eisencylinder, welcher zur Hälfte mit Teer und wässerigem Destillat gefüllt ist. Die Ableitungsröhren tauchen einige cm in die Flüssigkeit ein, damit ein hydraulischer Verschluß hergestellt ist. Diese Einrichtung wurde auch bei der Holzdestillation nachgeahmt, hat sich aber hier nicht bewährt. Durch das massenhafte und stoßweise Entweichen des Wasserdampfes kommt die Flüssigkeit in der Vorlage in so heftige Bewegung, daß von einem hydraulischen Abschlusse gar keine Rede sein kann. Besser ist es, an Stelle dieser Vorlage einen hölzernen Kasten von der Länge des Ofens und ³/₄ bis 1 m² Querschnitt anzubringen, in welchen die Ableitungsröhren von den Retorten einmünden, ohne jedoch in die Flüssigkeit einzutauchen. Jedes Ableitungsrohr ist an der Kniebiegung mit einem verschiebbaren Eisenpropfen versehen. Während des Betriebes wird dieser Propfen so weit herausgezogen, daß die Verbindung der Retorte mit dem Kasten hergestellt ist. Soll die Retorte behufs Entleerung und Frischfüllung außer Betrieb gesetzt werden, so schiebt man den Propfen so weit hinein, daß das in den Kasten absteigende Rohr verschlossen ist und keine Luft durch die Retorte in die Vorlage eintreten kann, was zu einer Explosion führen würde.

Die liegenden Retorten haben den Nachteil, daß das Einbringen des Holzes und das Ausnehmen der fertigen Kohle mit Schwierigkeiten verbunden ist und beim Ausharken sehr viel Kohle zerbrochen wird.

Von den stehenden, unbeweglichen Retorten existieren zweierlei Konstruktionen, eine von Kestner, die andere von Hessel.

Die Kestner'schen Retorten fassen ungefähr drei Raummeter. Der Feuerherd ist unmittelbar unter der Retorte angebracht, wodurch der Boden der Stichflamme ausgesetzt ist. Der Feuerkanal geht in Spiralwindungen dreimal um die Retorte und dann in den Schornstein. Der obere Teil der Retorte schließt mit dem Umfassungsmauerwerk ab und ist mit einem Deckel zum Einfüllen des Holzes verschlossen. Zum Ausziehen der Kohlen ist seitlich unten ein Mannloch angebracht. Boden und Deckplatte sind eben. Die Destillationsprodukte werden oben in der Nähe des Deckels abgeleitet.

Die Retorten von Hessel (auch Thermokessel genannt) sind viel größer und fassen bis zu 20 Raummeter. Der Feuerherd liegt seitlich. Die Flamme berührt den Boden nicht, sondern zieht nur um die cylindrische Wandung. Boden und Deckel sind gewölbt. Für den Abzug der Destillationsprodukte sind zwei Röhren und zwei Vorlagen vorhanden.

Eine Röhre geht von der tiefsten Stelle des Bodens ab und dient für die schweren Produkte (Teer); die andere zweigt oben ab und dient für die leichteren Produkte (leicht flüchtige Teeröle, Holzgeist und Holzessig). Die Beschickung und Entleerung geschieht so wie bei den Kestner'schen Retorten. Beim Beginn und am Schlusse der Destillation wird Wasserdampf in den Kessel eingeleitet, um zuerst die Holzfüllung gleichmäßig vorzuwärmen und schließlich die Kohlenglut zu dämpfen. Diese Thermokessel werden hauptsächlich zur Destillation harzreicher Nadelhölzer angewendet, wobei man auf eine große Teerausbeute reflektiert.

Alle eingemauerten Retorten haben den Uebelstand, daß etwa vorkommende Schäden nicht sofort entdeckt werden können und bei jeder Reparatur der Ofen demontiert werden muß, was immer eine bedeutende Betriebsstörung im Gefolge hat.

Die beweglichen Retorten wurden zuerst in Frankreich eingeführt. Dieselben sind in einen cylindrischen Ofenraum eingesetzt und können mit Hilfe eines Krahnes herausgehoben werden. Der Boden der Retorte ist flach, der Deckel gewölbt und mittelst Keilen leicht festzuhalten. Der Deckel reicht über den ganzen Querschnitt der Retorte und ist auf einen Flantschring gedichtet. Etwa 10 cm unter demselben ist eine Borte angenietet, welche den Heizraum oben abschließt. Mit ihrem unteren Rande sitzen die Retorten auf einem feuerfesten Gewölbe. Im Centrum des Deckels befindet sich ein Tubulus zum Ansetzen des Ableitungsrohres. Dasselbe steigt senkrecht auf, biegt dann unter einem Winkel von 45° ab und mündet mittelst eines kurzen vertikalen Rohrstutzens in das zur Vorlage führende, horizontale oder schwach geneigte Rohr ein. Die Feuerung befindet sich seitlich unter den Retorten. Je zwei derselben haben eine gemeinsame Feuerung. Die Feuergase berühren den Boden nicht, sondern umspülen nur die Cylinderfläche der Retorten und ziehen dann in den Schornstein ab. Diese Art der Retorten ist nach übereinstimmendem Urteil erfahrener Fachleute die zweckmäßigste. Das Einsetzen und Herausheben der Retorten, sowie das damit verbundene Zusammenfügen und Losnehmen des Ableitungsrohres geht rasch und anstandslos vor sich. Die fertig abgetriebene Retorte läßt man an der Luft auskühlen, sodann wird dieselbe durch Umkippen entleert und neuerlich beschickt. Während dieser Zeit destilliert man in demselben Heizraum den Inhalt einer zweiten Retorte ab, so daß der Betrieb ununterbrochen fortgeführt wird und der Ofen nicht auskühlt, wodurch wesentlich an Brennmaterial erspart wird. Schadhaft gewordene Retorten können ohne Störung des Betriebes durch Reserveretorten ersetzt werden, was bei keiner anderen Einrichtung möglich ist und als ein großer Vorzug angesehen werden muß. Die Destillationsdauer bei Retorten von 3 m^3 Inhalt beträgt durchschnittlich 10 Stunden; bei den Thermokesseln von 15 bis 20 m^3 Capazität 40—60 Stunden.

§ 42. Die Kondensationsapparate. Lufttrockenes Holz gibt ungefähr die Hälfte seines Gewichtes kondensierbare Produkte. Der Siedepunkt derselben ist sehr verschieden. Einzelne wertvolle Bestandteile sind schon bei niederer Temperatur (etwa 40° C.) flüchtig, so daß die Gewinnung derselben eine ausgiebige Kühlung erfordert. Außerdem bildet die große Menge nicht verdichtbarer Gase ein wesentliches Hindernis. Es ist daher notwendig, vollkommene und daher auch kostspielige Kühlapparate und ein bedeutendes Quantum Kühlwasser in Anwendung zu bringen. In Lokalitäten, wo man mit Wassermangel zu kämpfen hat, muß die Kondensation wenigstens teilweise durch Luftkühlung bewerkstelligt werden, was aber die Einrichtung noch mehr kompliziert und verteuert. Für Luftkühlung werden gewöhnlich aufrecht stehende eiserne Cylinder und für Wasserkühlung liegende Röhren aus Kupfer angewendet. Letztere sind in einem länglich viereckigen Wasserkasten eingesetzt, ragen mit ihren Enden an den Stirnwänden des Kastens heraus und sind hier durch leicht bewegbare Bogenstücke so miteinander verbunden, daß alle Röhren (6—12 an der Zahl) gewissermaßen eine einzige, mehrfach gebogene Röhre mit schwachem

Gefälle darstellen. Die Kühlröhren müssen gerade sein, um mit der Bürste durchputzen zu können. Schlangenröhren sind für den vorliegenden Zweck ganz unbrauchbar. Zweckmäßiger als Kastenkühler sind Gegenstromkühler. Dieselben bestehen aus doppelten Röhren, außen Eisen, innen Kupfer. Im Zwischenraum zirkuliert Wasser, welches den durch die Kupferröhren gehenden Kondensationsprodukten entgegenströmt. Die Kühlung muß so reguliert werden, daß aus dem Kühlrohr keine Dämpfe, sondern nur Kondensat und Gase austreten. Bei ungenügender Kühlung geht viel Holzgeist verloren.

Die Gase, welche aus dem Kühlrohr austreten, bestehen hauptsächlich aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas und freiem Wasserstoff, nebst geringen Mengen anderer Gase und Dämpfe. Das Mengenverhältnis variirt nach der Periode der Destillation und nach der Temperatur. Diese Gase werden unter die Retortenfeuerung geleitet und als Heizmaterial mitverwendet. Zu diesem Zwecke muß das Sammelgefäß für das Kondensat geschlossen und mit einem Gasabzugrohr versehen sein. Da diese Gase auch immer eine gewisse Menge atmosphärische Luft enthalten, welche beim Beginn der Destillation in den Retorten vorhanden ist, und auch von Undichtheiten in der Leitung herrührt, so können leicht Explosionen eintreten. Die Flamme schlägt in dem Gasleitungsrohr zurück, gelangt bis in das Sammelgefäß und kann arge Verwüstungen anrichten. Um dieser Gefahr vorzubeugen, müssen in der Gasleitung hydraulische Ventile eingesetzt werden, welche das Zurückschlagen der Flamme unmöglich machen. Am besten ist es, wenn für die Aufsammlung zwei Gasometer vorhanden sind, welche abwechselnd funktionieren. Dadurch ist es auch möglich, eine beliebig starke, ununterbrochene Flamme zu erzielen.

Ueber die Einrichtung, Dimensionen und Kosten der Apparate für Holzdestillation finden sich sehr beachtenswerte Angaben von Forstmeister J. v. Obereigner in dem VIII. Hefte 1883 der Mitteilungen des krainerisch-küstenländischen Forstvereines. In diesem Artikel ist auch eine Reihe interessanter Erfahrungen über Ofen- und Retortendestillation, welche in der Holzessigfabrik zu Leskova dolina auf der Herrschaft Schneeberg gemacht wurden, niedergelegt.

Die Holzkohle.

§ 43. Eine gute Holzkohle muß folgende Eigenschaften besitzen:

1. Eine tiefschwarze Farbe mit stahlblauem Anfluge, über Hirn glänzend, ohne abzufärben. Ein brauner Farbenton zeigt unvollständige Verkohlung an. Kohlen aus morschem Holze sind matt und färben stark ab.

2. Die Holztextur soll deutlich hervortreten; der Bruch muß muschelig sein und die Stücke dürfen nur wenig Risse besitzen. Anbrüchiges Holz liefert texturlose Kohle. War das Holz feucht oder wurde es in zu starken Stämmen angewendet, so resultiert stark rissige Kohle.

3. Eine große Festigkeit und hellen Klang. Die Kohle für hüttenmännische Zwecke muß so fest sein, daß sie bei der Verwendung im Hohofen den Druck der darüber liegenden Erz- und Zuschlagschüttung auszuhalten imstande ist. Ueberfeuerte Kohlen oder Kohlen aus morschem Holze sind leicht zerreiblich und klanglos. Der Klang der Kohlen läßt sich schon beim Aufschütten deutlich erkennen.

4. Die Kohle muß ohne Rauch verbrennen und darf nur eine kurze, blaue Flamme geben. Nicht ganz durchgekohlte Stücke verbrennen mit langer leuchtender Flamme und geben einen bedeutend geringeren pyrometrischen Effekt.

Das spezifische Gewicht der Holzkohle ist von verschiedenen Umständen abhängig. Vor allem ist zu unterscheiden zwischen dem spezifischen Gewicht der Kohlensubstanz exklusive Porenräume (wirkliches spez. Gewicht) und jenem der ganzen Kohlenstücke, inklusive der Hohlräume (scheinbares spez. Gewicht). Die Schwankungen beiderseits sind sehr bedeutend. Ersteres variiert von 1,4 bis 1,9 und kann im Mittel mit 1,6 angenommen werden; letzteres ist selbstverständlich viel geringer, 0,14 bis 0,26, im Mittel 0,22. Für

den Kohlenhandel kommt nur das scheinbar spezifische Gewicht in Betracht. Auf dasselbe nehmen folgende Momente Einfluß: 1.) Die Holzart. Die dichten harten Laubhölzer geben schwerere Kohle als das weiche Laubholz und die Nadelhölzer. 2.) Der Feuchtigkeitsgehalt des Kohlholzes. Frisches Holz gibt leichtere Kohlen als das gut lufttrockene. 3.) Die Verkohlungsmethode. Die Meilerkohlen sind weniger durchgekohlt und daher im Allgemeinen schwerer als die Retortenkohlen. 4.) Der Kohlgang und die Verkohlungstemperatur. Je rascher der Kohlgang geleitet wird, desto leichter fallen die Kohlen aus. (Das wirkliche spez. Gewicht steigt aber mit der Verkohlungs-Temperatur. Violette fand dasselbe bei 310° C. = 1,42, bei 1500° C. = 1,87.) Das Hektolitergewicht der Kohle (in Kübeln oder Körben gemessen) hängt von der Holzart, von der Größe der Kohlenstücke, von dem spez. Gewicht der Kohle und von der Art des Einschüttens ab. Es beträgt bei Meilerkohle aus hartem Holze durchschnittlich 20—24 Klgr., bei Kohlen aus weichem Holze 14—18 Klgr.

Gut durchgeglühte Meilerkohle hat im lufttrockenem Zustande folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	75—80	Proz.
Wasserstoff	1,5—2,3	"
Sauerstoff	8—12	"
hygroskopisches Wasser	6—12	"
Asche	1,0—2,5	"

Der absolute Wärmeeffekt beträgt im Mittel 6500 Calorien. Der theoretisch berechnete pyrometrische Wärmeeffekt bei der Verbrennung der Kohle ohne Luftüberschuß ist rund 2550° C. und bei doppelter Luftmenge = 1370° C.

Frisch geglühte Holzkohle besitzt ein großes Absorptionsvermögen für Gase, Flüssigkeiten und feste Substanzen im gelösten Zustande (namentlich für Farb- und Riechstoffe, sowie für faulige Substanzen). Darauf beruht ihre Anwendung zum Entfuseln des Weingeistes, Entfärben von Lösungen, Reinigung des Trinkwassers 2c.

Der Holzessig.

§ 44. Wenn man das flüssige Kondensat in Bottichen 24—36 Stunden stehen läßt, so bilden sich zwei Schichten: die untere ist Teer und die obere, viel mächtigere Schichte roher Holzessig. Manchmal findet sich auf dem Holzessig noch eine dritte, aber nur ganz schwache Schichte von leichten Teerölen. Die möglichst vollständige Trennung der Schichten ist eine Grundbedingung für die rationelle Weiterverarbeitung. Die oberste schwache Schichte (falls eine solche überhaupt vorhanden ist) wird abgeschöpft. Die beiden anderen Schichten werden durch Abziehen von einander getrennt.

Der rohe Holzessig ist eine rotbraun gefärbte, trübe Flüssigkeit von stechendem, empyreumatischem Geruch und stark sauerer Reaktion. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 1,018—1,040. Er enthält eine ganze Reihe von Bestandteilen, von welchen jedoch nur die Essigsäure und der Holzgeist verwertbar sind. Die Darstellung anderer Produkte rentiert nicht.

Die reine Essigsäure (auch Essigsäurehydrat genannt) $C_2H_4O_2$ ist eine farblose Flüssigkeit von stechend saurem Geruch, welche auf die Haut gebraucht, Blasen zieht. Ihr spez. Gewicht bei 15° C. ist 1,058. Der Siedepunkt liegt bei 117,5° C. Der Dampf ist brennbar. Bei + 4° C. erstarrt die Essigsäure krystallinisch (Eisessig) und wird erst bei + 16° C. wieder flüssig. Die Essigsäure löst ätherische Oele, Harze, Gummi, Stärke, Kleber 2c. Mit Basen bildet sie wohl charakterisierte Salze (Acetate). Kommt Essigsäuredampf mit glühender Kohle in Berührung, so findet eine Zerlegung statt, wobei Sumpfgas und Kohlensäure entstehen ($C_2H_4O_2 = CH_4 + CO_2$).

Der reine Holzgeist (Methylalkohol) CH_4O ist eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von eigentümlichem Geruch und brennendem Geschmack. Er besitzt bei 15° C. ein spez. Gewicht von 0,800. Der Siedepunkt liegt bei etwa 66° C. Auf Zusatz von Wasser bleibt er klar, in Alkohol und Aether ist er löslich und brennt mit schwach leuchtender, nicht rußender Flamme. Er löst Harze, ätherische Oele, Kampher, Wallrath rc. und kann in der Industrie mehrfache Anwendung finden.

Vor der Weiterverarbeitung muß der rohe Holzessig durch Absitzen oder Filtrieren über Sand und Holzkohle geklärt werden. Sodann wird die Säure mit Aetzkalkpulver neutralisiert, um die Essigsäure zu binden und die Flüssigkeit der Ruhe überlassen. Es bildet sich ein Bodensatz von überschüssig zugesetztem Kalk und an der Oberfläche der Flüssigkeit scheiden sich teerartige Produkte ab. Letztere werden abgeschöpft, die Rohsalzlauge abgezogen, der Bodensatz in Filterkufen gebracht, die ablaufende Lösung mit der übrigen Rohsalzlauge vereinigt und in eisernen Blasen mit direkter Feuerung der Destillation unterworfen. Da der Siedepunkt des Holzgeistes um etwa 34° C. niedriger ist als jener des Wassers, so kann derselbe durch Destillation von der Lösung des Calciumacetates leicht und vollständig getrennt werden. Man setzt die Destillation so lange fort, bis das Kondensat am Areometer Null zeigt (also aller Holzgeist abgetrieben ist). Das Destillat wird mit Kalkhydrat versetzt, einige Stunden digeriert und sodann in kupfernen Rektifizierapparaten mit Dampheizung nochmals destilliert. Der so erhaltene Holzgeist (einfaches Rektifikat) ist noch nicht ganz rein. Frisch bereitet erscheint er zwar wasserhell, färbt sich aber allmählich gelb und dunkelt bei längerem Stehen immer mehr nach. Mit Wasser vermischt, entsteht eine Trübung von ausgeschiedenen Kohlenwasserstoffen. Die Darstellung des reinen Produktes ist eine komplizierte Arbeit, welche nur für eine chemische Fabrik lohnt.

Der Holzgeist wird hauptsächlich auf Jodmethyl (CH_3J) und Methylnitrat (CH_3NO_3) verarbeitet, welche in der Anilinfarbenfabrikation Verwendung finden; er dient ferner in der Lack- und Firnißfabrikation als Ersatzmittel für Weingeist. Für ersteren Zweck ist reiner Holzgeist notwendig, für die letztere Verwendung genügt aber schon das einfache Rektifikat.

Die Ausbeute an reinem Holzgeist beträgt etwa ½ Prozent vom Gewicht des Holzes.

Die in der eisernen Blase von der ersten Destillation restierende Rohsalzlauge wird in flachen eisernen Pfannen unter fortwährendem Rühren zur Trockene eingedampft, wobei man eine dunkelgraubraune, krümmliche Masse erhält, welche unter der Bezeichnung „roher essigsaurer Kalk“ oder „Rotsalz“ in den Handel geht. Will man ein reines Produkt erzielen, so muß die Rohsalzlauge, wie sie aus der Blase kommt, zunächst absitzen gelassen und dann durch Spitzbeutel filtriert werden, um den darin befindlichen schwarzbraunen, flockigen Niederschlag von ausgeschiedenen Teerbestandteilen zu entfernen. Die filtrierte Lösung verdampft man zur Trockene, wobei jetzt ein äußerlich aschgraues und im Innern der Krümmeln gelblich-graues Salz resultiert, welches 60—70 Prozent Calciumacetat $(C_2H_3O_2)_2\,Ca$ enthält. Die Versendung geschieht in Fäßern oder Säcken. Abnehmer dafür sind Färbereien, Zeugdruckereien und chemische Fabriken.

Die weitere Reinigung des essigsauren Kalkes, sowie die Darstellung aller übrigen Acetate und der reinen Essigsäure (Eisessig), für welche das Rotsalz das Ausgangsprodukt bildet, ist für eine vom forstlichen Standpunkte betriebene Destillationsanstalt viel zu umständlich und wird am besten chemischen Produktenfabriken überlassen.

Der Teer.

§ 45. Die äußeren Eigenschaften des Teeres (Konsistenz, Farbe und Geruch) sind je nach seiner Abstammung verschieden. Der Teer aus Nadelholz ist syrupartig, dunkelbraun und besitzt einen pyreumatischen Geruch. Der Laubholzteer ist fett- oder talgartig,

graubraun bis dunkelbraun und riecht widerlich brenzlich. Der chemische Bestand des Teers ist sehr kompliziert und nur zum Teil erforscht. Wenn man den Holzteer einer fraktionierten Destillation unterwirft, so können drei verschiedene Produkte gewonnen werden:

10—15 Proz. leichtes Oel vom spez. Gewicht 0,900—0,977
15—20 „ schweres Oel „ „ „ 1,014—1,021
40—50 „ Pech.

Der auf 100 fehlende Teil ist essigsaures Wasser. Das bei einer allmählich bis zu 150° C. steigenden Temperatur übergehende leichte Oel (auch Kienöl genannt) besteht vorwiegend aus Kohlenwasserstoffen der Reihe C_nH_{2n-6} (wie Benzol, Toluol, Xymol und Cumol). Dasselbe kann, nachdem es von dem gleichzeitig mit übergegangenen essigsauren Wasser getrennt wurde, als Beleuchtungsmaterial oder als Lösungsmittel für Fette, Harze u. dgl. verwendet werden.

Das zwischen 150 und 260° übergehende schwere Oel enthält Phenole (wie Karbolsäure, Kreosot, Phlorol) diverse Kohlenwasserstoffe und andere Verunreinigungen. Die vorteilhafteste Verwendung findet dasselbe als Imprägnierungsmittel für Holz (siehe pag. 390); auch zur Bereitung von Wagenschmiere kann es benützt werden. Um dieses rohe Oel zu reinigen, wird es mit konzentrierter Natronlauge versetzt, wodurch sich ein großer Teil löst. Beim Verdünnen mit der zwei- bis dreifachen Menge Wasser scheidet sich eine Schichte von Kohlenwasserstoffen aus, welche man durch Abschöpfen entfernt. Die Lösung wird sodann in einem offenen Gefässe gekocht, um gewisse Verunreinigungen an der Luft zu oxydieren, andere zu verjagen. Nachdem mehrere Stunden gekocht wurde, neutralisiert man mit verdünnter Schwefelsäure, wobei sich das gereinigte Oel ausscheidet.

Durch fraktionierte Destillation kann man die drei vorgenannten Phenole isolieren. Wertvoll sind die Karbolsäure und das Kreosot.

Die reine, wasserfreie Karbolsäure C_6H_6O krystallisiert in langen, farblosen Nadeln, besitzt einen eigentümlichen Rauchgeruch, ein spez. Gewicht von 1,065, schmilzt bei 35° C. und siedet bei 183° C. In Wasser ist sie schwer, in Alkohol, Aether, Essigsäure, Benzol und Alkalilauge leicht löslich. Karbolsäure brennt mit rußender Flamme. Auf die Haut gebracht wirkt sie ätzend. Sie koaguliert Eiweiß und wirkt ausgezeichnet antiseptisch. Die rohe Karbolsäure des Handels ist eine dunkel rotbraun gefärbte, ölartige Flüssigkeit.

§ 46. Das Kreosot ist ein Gemisch von Guajakol $C_7H_8O_2$ (Siedepunkt 200°) und Kreosol $C_8H_{10}O_2$ (Siedepunkt 220°) nebst kleineren Mengen anderer Bestandteile. Das reine Kreosot ist eine farblose, am Lichte allmählich dunkel werdende, stark lichtbrechende Flüssigkeit von öliger Konsistenz, neutraler Reaktion, rauchartigem Geruch und brennendem Geschmack. Spezifisches Gewicht = 1,04—1,08. Die übrigen Eigenschaften stimmen mit jenem der Karbolsäure überein.

Der Destillationsrückstand „das sogenannte Pech“ erstarrt beim Erkalten zu einer schwarzen, glänzenden Masse von muscheligem Bruch. Es besteht der Hauptmenge nach aus Parffin C_nH_{2n+2} und ähnlichen Verbindungen. Es findet als Schiffpech, als Dichtungsmaterial für Holzstöckelpflaster ꝛc. Verwendung.

Besondere Erwähnung verdient noch der Birkenrindenteer, welcher namentlich in Rußland erzeugt wird. Dieser Teer ist dünnflüssig, ölartig, graublau bis schwarzblau, opalisierend, von intensivem, an Steinöl erinnernden Geruch, leicht flüchtig und spezifisch leichter als Wasser. Die Hauptbestandteile sind Toluol C_7H_8 (bis zu 50 %), Benzol C_6H_6 und das sogenannte Eupion (d. i. ein Gemisch von mehreren, dem Benzol homologen Kohlenwasserstoffen). Birkenrindenteer dient zur Bereitung des Juchtenleders und zur Darstellung der vorgenannten Produkte, welche in der Industrie mehrfache Verwendung finden.

§ 47. Ausbeute an Kohle, Holzessig und Teer.

Mittlere Kohlenausbeute aus folgenden Holzarten und Sortimenten:	In stehenden Meilern und zwar			
	Ständige Kohlung		Wandernde Kohlung	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Fichten-Scheitholz	25	70	20	60
„ -Prügelholz	22	60	18	50
„ -Stockholz	23	68	—	—
Tannen-Scheitholz	24	65	20	56
„ -Prügelholz	20	50	—	—
Kiefern-Scheitholz	25	65	22	60
„ -Prügelholz	21	60	18	50
Lärchen-Scheitholz	24	70	21	60
„ -Prügelholz	—	—	18	50
Rotbuchen-Scheitholz	20	50	17	40
„ -Prügelholz	18	50	14	40
Eichen-Scheitholz	22	55	19	58
„ -Prügelholz	20	55	17	50

Diese Zahlen sind nur als beiläufige Werte aufzufassen, da die Ausbeute von so vielen Momenten beeinflußt wird, daß sich allgemein giltige Mittel- oder Grenzwerte gar nicht angeben lassen. Ganz besonders gilt dies von der volumprozentigen Ausbeute, wo auch noch die Unsicherheit des Messens dazu kommt. Im großen Durchschnitte werden pro Raummeter vom weichen Holze 5 bis 8 im Mittel 6½ Hektoliter und
„ harten „ 3½ „ 5½ „ „ 4½ „
Holzkohle gewonnen.

Bei der Ausbeute an Essigsäure kann nur die Retortenverkohlung maßgebend sein. Bei gut geleitetem Betriebe erhält man aus 100 Klgr. lufttrockenem Holze 35—45 Klgr. rohen Holzessig, in welchen bei Laubholz 4—5 und bei Nadelholz 2—3 Klgr. Essigsäure $C_2H_4O_2$ enthalten sind. Bei der Verkohlung in Oefen ist die Ausbeute aus den schon früher angeführten Ursachen stets geringer.

Die Ausbeute an Teer pro 100 Klgr. lufttrockenem Holze beträgt bei Laubholz 6—9 und bei Nadelholz 10—12 Klgr. Aus geharzten Hölzern, namentlich aus der Schwarzföhre erhält man bedeutend mehr (14—16 Klgr.) Teer. Diese Zahlen beziehen sich auf Retortenverkohlung. In Oefen oder ausgemauerten Gruben werden um 2—3 und in Meilern um 4—5 Klgr. Teer weniger gewonnen.

VI. Die Harzgewinnung.

§ 48. Unter den in Europa einheimischen Waldbäumen werden auf Harz ausgebeutet: Die Schwarzföhre (Pinus Laricio *Poir*), die Strandkiefer (P. maritima *Lamb.*), die Fichte (Abies excelsa *Lam.*), die Lärche (Larix europaea *D. C.*), harzreichere Spielarten der Tanne (A. pectinata *D. C.*) und die Weißföhre (P. silvestris *L.*). Von den nordamerikanischen Harzbäumen sind die wichtigsten: P. australis *Mich*, und P. Taeda *L.*

Im größten Maßstabe wird die Harzung bei der Schwarzföhre und Strandkiefer betrieben. Erstere besitzt zugleich auch die größte Harzergiebigkeit und wird vorzugsweise in Niederösterreich (in der Umgebung von Wiener-Neustadt, Pernitz, Hernstein, Pottenstein, Mödling u. s. w.), ferner in Frankreich und auf Korsika zur Harzgewinnung verwendet. Letztere liefert weniger Harz und gedeiht nur in warmen Klimaten. Sie wird hauptsächlich in Frankreich (zwischen Bayonne und Bordeaux, wo diese Holzart Bestände von 600 000 ha bildet, ferner in Spanien und Portugal (Provinz Estremadura) und an den nordafrikanischen Küsten auf Harz ausgebeutet. Nach diesen beiden Pinusarten folgt

in Bezug auf Ergiebigkeit die Fichte, welche vornehmlich im Schwarzwalde geharzt wird. Die Lärche ist der Harzbaum Südtyrols und der italienischen Alpen. Diese Harzung wird in der Umgegend von Bozen, Meran und Trient, ferner um Briançon und im Thale St. Martin betrieben. Die Ausbeute pro Stamm und Jahr ist zwar sehr gering, dafür aber das Harz von vorzüglicher Qualität und geht unter der Bezeichnung venetianischer Terpentin in den Handel. Die Weißföhre (oder gemeine Kiefer) und die Tanne spielen als Harzbäume nur eine untergeordnete Rolle. Erstere wird in einigen Lokalitäten im Elsaß, in Galizien und Rußland, letztere fast ausschließlich nur im Elsaß geharzt und liefert den sogenannnten Straßburger Terpentin.

In den Karpathen wird auch aus der Krumholzkiefer (P. Pumilio *H.*) Harz gewonnen, welches unter der Bezeichnung ungar. Terpentin in den Handel geht.

Die Gewinnungsmethode des Harzes ist verschieden, je nachdem der Hauptsitz desselben in der Rinde, im Splint oder in Hohlräumen des Kernholzes sich befindet. Im Wesentlichen kann man folgende Harzungsmethoden unterscheiden:

1. Das Lachenreißen und zwar:
   a. Aufsammlung des abfließenden Harzes in einem Quandel am unteren Ende der Lache (Schwarzföhren-Harzung oder österr. Methode),
   b. " " " " im Bereiche der Lache selbst mittelst angehängter Gefäße (Strandkiefer-Harzung oder franz. Methode),
   c. Erhärtenlassen und Abscharren des Harzes aus der Lache (Fichten-Harzung).

2. Das Anbohren des Stammes (Lärchen-Harzung).

3. Endlich ist auch noch das Anschneiden der Harzbeulen in der Rinde (Harzung der Tanne) und das einfache Sammeln des von jungen Föhren und Fichten abtropfenden Harzes zu erwähnen.

§ 49. Gewinnung des Schwarzföhrenharzes. Im Frühjahre vor der Saftbewegung (gewöhnlich im März) wird etwa 1/3 m über dem Boden eine napfförmige Vertiefung (Quandel) in den Stamm eingehauen. Diese Arbeit nennt man das Schrotten. Das Quandel umfaßt ungefähr 1/4 bis 1/3 des Stammes und hat eine Tiefe von 7—8 cm. Zu beiden Seiten desselben wird eine in schräger Richtung aufsteigende Einkerbung gemacht, woran sich die Lache (auch Plätzstreifen genannt) schließt. Diese letztere wird durch Abdechseln der Rinde und des jüngsten 2—4jährigen Holzes hergestellt. Das Dechsel ist eine kleine gebogene Hacke mit einer 6 cm breiten Schneide, welche zum Stiel rechtwinkelig steht. Anfänglich wird die Lache nur wenige cm hoch gemacht und dann allmählich nach aufwärts verlängert, sodaß sie nach einer Jahresperiode die Höhe von 35 bis 40 cm erreicht hat. Das allmähliche Verlängern der Lache nennt man das Plätzen. Es hat den Zweck, die Harzkanäle offen zu halten. Im ersten Jahre wird alle acht Tage, in den späteren Jahren alle 4—5 Tage einmal geplätzt. Wird diese Arbeit in längeren Zwischenpausen vorgenommen, so ist der Ertrag geringer, weil sich das Harz an der Ausflußstelle verdickt und Krusten bildet, welche den weiteren Harzaustritt verhindern. In dieser Weise wird etwa 8—12 Jahre hindurch fortgefahren und die Lache von Jahr zu Jahr um 35—40 cm erhöht. Die Breite derselben bleibt aber immer gleich und darf 2/5 des Stammumfanges nicht übersteigen. Die Harzungsarbeit (das Plätzen) wird in der zweiten Hälfte April begonnen und bis Anfang oder Mitte Oktober fortgesetzt. Im ersten Jahre, wo die Lache noch keine beträchtliche Höhe erreicht hat, fließt das meiste Harz in das Quandel ab (Rinnharz), auf der Lache bleibt nur wenig. Später hingegen, wenn das

Harz einen längeren Weg zurückzulegen hat, verdunstet viel Terpentinöl, das Harz verdickt sich, bleibt zum großen Teil auf der Lache sitzen und muß abgescharrt werden (Scharrharz). Um die Verdunstungsoberfläche zu verringern, läßt man das Harz nicht über die ganze Breite der Lache herabfließen, sondern leitet dasselbe in der Nähe der Ausflußstelle so zusammen, daß es in Form eines schmalen Streifens in das Quandel abfließt. Zu diesem Zwecke werden von beiden Seiten schräg gegen die Mitte der Lache zulaufende Einhiebe gemacht und Holzspäne (sogenannte Scharten oder Leitspäne) eingesteckt, welche dem ausfließenden Harze die gewünschte Richtung geben. Alle 14 Tage wird das Harz aus den Quandeln ausgeschöpft und in Bottichen, welche am Harzungsorte in den Boden vertieft sind, bis zur Weiterverwendung aufbewahrt. Der auf der Lache festgewordene Teil des Harzes wird im Herbst mit einem gekrümmten Eisen abgescharrt.

Stärkere Stämme werden nicht selten von zwei Seiten geharzt. Nachdem die Lache auf der einen Seite eine Höhe von 4—5 m erreicht hat, wird sie aufgelassen und an der entgegengesetzten Seite eine neue Lache gemacht, so daß nur zwei ganz schmale Rindenstreifen zwischen beiden Lachen stehen bleiben. Dieses Verfahren ist aus den später angeführten Gründen entschieden unzweckmäßig.

Ueber Harzertrag, Kosten der Harzung 2c. hat der erzherzogl. Forstmeister W. Stöger in Hernstein seit einer Reihe von Jahren sehr eingehende Studien angestellt und in den Mitteilungen des niederösterr. Forstvereines V. Heft 1881 publiziert, woraus nachfolgende Angaben in nuce entnommen sind.

Der Harzertrag ist von verschiedenen Umständen abhängig:

1. Von der Stärke des Stammes. Je stärker der Stamm, desto größer die Harzausbeute. Es sind zwei Hauptstammklassen zu unterscheiden; die erste mit einem Durchmesser von 18—26 cm und die zweite von 26 cm aufwärts. Die Harzergiebigkeit schwächerer Stämme beträgt die Hälfte oder auch nur ein Drittel der stärkeren.

2. Von den Standortsverhältnissen. Alle Momente, welche die Kronenentwicklung begünstigen (freier sonniger Stand, Süd- oder Ostlagen, tiefgründiger Boden 2c.) erhöhen auch den Harzertrag.

3. Von der Witterung und dem Wärmemittel während der Harzungszeit. Die günstigste Witterung ist Wechsel zwischen Wärme und Feuchtigkeit. Andauernde Hitze oder längere kalte Regenzeit schädigen den Harzertrag. Ein kalter Mai läßt immer schlechte Ernten gewärtigen. Der Harzausfluß steigert sich vom Frühjahr zum Herbst.

4. Von der Dauer und Zeit der Harzung. In den ersten zwei oder drei Jahren ist der Harzertrag geringer, als in den folgenden Jahren. Das Maximum des Ertrages scheint bei der ersten Stammklasse (18—26 cm Durchmesser) zwischen dem 4. und 6. Jahre, bei der zweiten Klasse (über 26 cm) zwischen dem 7. und 9. Jahre zu liegen. Alte Stämme können auf geeignetem Standorte bis zu 30 Jahren geharzt werden. Ueber die zweckmäßigste Dauer der Harzung entscheidet die Rentabilität, der gesamte Betrieb und die rechtzeitige Verjüngung. Im Allgemeinen dürfte bei der ersten Stammesklasse nach dem 6.—8. Jahre und bei der zweiten Klasse nach dem 10.—12. Jahre die Grenze erreicht sein. Ueber diese Zeit hinaus wird die Arbeit wegen der bedeutenden Höhe der Lache immer schwieriger und kostspieliger, die Benadlung fängt an zu verkümmern und infolge dessen sinkt auch der Harzertrag.

5. Von der Geschicklichkeit der Arbeiter. Bei 1000 Versuchsstämmen (90—110jährig) unter den verschiedensten Standortverhältnissen, stellt sich der Durchschnittsharzertrag während einer neunjährigen Harzungsperiode (1872 bis inklusive 1880) pro Stamm und Jahr in Kilogrammen:

		in Minimo	Maximo	Mittel
I. Stammklasse	(13—26 cm)	1,32	2,81	2,11
II. „	(über 26 cm)	2,61	4,88	3,81.

Das gibt im großen Durchschnitt 3,0 % der Gesamtharzproduktion.

Das gewonnene Harz scheidet sich in Rinnharz und Scharrharz. Das Scharrharz enthält bedeutend weniger Terpentinöl, ist mit Holzspänen vermengt und erzielt daher nur zwei Drittel des Preises vom Rinnharz. Die Menge des Scharrharzes hängt zumeist von dem Flächeninhalt der Lache ab, ferner auch von der Lufttemperatur im Herbste. Herrscht im September und Oktober warmes Wetter, so wird weniger Scharrharz und dafür mehr Rinnharz gebildet.

Auf je 100 Klgr. gewonnenes Rinnharz entfielen während einer 9jährigen Harzungsperiode Klgrm. Scharrharz:

	im Minimo	Maximo	Mittel
I. Stammklasse	40,2	72,4	57,7
II. „	38,9	62,9	47,3.

Vom Einsammeln bis zum Verkauf des Harzes ergibt sich immer ein Gewichtsabgang durch Verdunstung des Terpentinöls, welcher im Mittel mit 3 Proz. angenommen werden kann.

Während der Harzungsperiode entsteht auch ein Verlust an Stämmen und zwar teils durch Vertrocknen und teils durch Windbruch. Die Größe dieses Verlustes hängt vorzugsweise vom Standorte und von der Stärke der Stämme ab. Von je 100 Stämmen unter verschiedenen Standortsverhältnissen wurden im Laufe von 9 Jahren für die Harzung unbrauchbar:

	im Minimo	Maximo	Mittel
von der I. Stammklasse	4,0	42,3	10,4
„ „ II. „	1,3	27,3	8,3.

Nach Schluß der Harzungsperiode werden die Stämme als Kohl- oder Brennholz verwertet. Für Nutzholz sind sie der Verunstaltung wegen nicht geeignet. Harzreiches Holz gibt bei der Verkohlung eine größere Ausbeute an Teer, auch der Wert als Brennholz wird durch den Harzgehalt erhöht.

§ 50. **Gewinnung des Harzes von der Strandkiefer.** Die Strandkiefer könnte in derselben Weise geharzt werden, wie die Schwarzföhre; jedoch ist in Frankreich ein eigentümliches Verfahren[5]) (System **Hugner**) in Uebung, welches zweckmäßiger ist, als die österreichische Methode. Die Stämme werden in einem Alter von mindestens 30 bis 35 Jahren zur Harzung herangezogen. Nach der neuen Forstordnung sollen diese Stämme einen Umfang von 1,1 m besitzen. Ende Februar oder Anfangs März wird die runzelige Rinde an jener Stelle, wo später die Lache gemacht werden soll, auf einer Höhe von etwa 60 cm und einer Breite von 10—12 cm mit einem Schabeisen so weit verschwächt, daß der Splint nur mehr mit einer dünnen, glatten, rötlich erscheinenden Rindenschichte bedeckt bleibt. Diese Manipulation hat den Zweck: 1. zu verhindern, daß Rindenstücke in das Harzsammlungsgefäß fallen, 2. die Werkzeuge bei der Herstellung der Lache zu schonen und 3. dem Verlaufen des Harzes in der rauhen, rissigen Rinde vorzubeugen.

Die zweite Prozedur, welche in die erste Hälfte März fällt, ist die Herstellung der Lache. Zu diesem Behufe wird an der geschälten Stelle, etwa 1/3 m über dem Boden ein Einschnitt von 10 cm Breite, 3 cm Höhe und 1 cm Tiefe gemacht. Auf dieser Blöße sickert das Harz in Tröpfchenform aus, wird von einem rinnenförmig gebogenen Zinkblechstreifen aufgenommen und in den Sammeltopf abgeleitet. Letzterer ist aus glasiertem Thon hergestellt und mit einem Nagel an dem Stamme befestigt. Sein Fassungsraum beträgt etwa 1/2 Liter. Die Blechrinne ragt über die ganze Breite der Lache und steht 3 1/2 cm vor. Zur Befestigung der Rinne wird mit einem geschärften Vorschlageisen eine Ein-

5) Den Grundzügen nach entnommen aus der Notice sur le gemmage du pin maritime par M. Croizette Desnoyer, garde général de forêts; übersetzt vom Forstmeister W. **Stöger** in den Mitteilungen d. n. ö. Forstvereines II. Heft 1886.

kerbung gemacht, die Rinne mittelst des sogenannten Steckeisens festgehalten und mit einem Hammer eingeschlagen. Die Lache wird anfänglich jede Woche, und in den späteren Monaten von je 5 zu 5 Tagen, nach oben hin auf einer Länge von 10—12 cm aufgefrischt. Dabei darf immer nur eine äußerst dünne Schichte abgenommen werden, so daß der Eingriff in den Splint 1 cm Tiefe niemals übersteigt. Diese Auffrischung wird im Laufe eines Jahres 40—45 mal wiederholt und erfordert die meiste Geschicklichkeit. Die Lache erreicht dabei im ersten Jahre eine Höhe von 55 cm, im 2., 3. und 4. Jahre wird sie um je 75 und im 5. Jahre um 100 cm erhöht, so daß sie am Schluß des 5. Jahres die Totalhöhe von 3,8 m erreicht hat. Die Breite bleibt aber immer dieselbe und soll 9 bis 10 cm nicht übersteigen. In dem Maße, als die Lache nach aufwärts vorrückt, wird auch die Rinne und der Sammeltopf gehoben. Darin liegt ein entschiedener Vorzug gegenüber der österr. Methode. Das Harz hat niemals einen langen Weg zurückzulegen, um in das Sammelgefäß zu gelangen, es verdunstet viel weniger Terpentinöl, man erhält weniger Scharrharz und dafür mehr Rinnharz. Auch ist das Harz reiner, weil die Töpfe gedeckt sind. Alle 15—20 Tage wird deren Inhalt in einen Kübel entleert und in die Sammelbottiche gebracht. Das Scharrharz wird zweimal im Jahre und zwar im Juni und November eingesammelt. Auf ein Faß Rinnharz (gemme) = 235 Klgrm. dürfen nicht mehr als 50 Klgrm. Scharrharz (barras) entfallen, d. s. 17,9 % der Gesamtproduktion, gegen ca. 50 % bei der österr. Methode.

Bezüglich des weiteren Verlaufes der Harzung unterscheidet man zwei Arten: 1. gemmage à mort und 2. gemmage à vie. Das erste Verfahren wendet man bei solchen Stämmen an, welche entweder behufs Lichtung gefällt werden müssen, oder welche schon am Ende der Ausnutzungsarbeit stehen. Da es unter diesen Umständen angezeigt ist, so viel Harz als möglich zu gewinnen, so werden je nach der Stärke des Stammes 2—6 Lachen gleichzeitig in Angriff genommen.

Das zweite Verfahren wird nur bei jenen Bäumen in Anwendung gebracht, welche man eine Reihe von Jahren hindurch nutzen will. Zu diesem Zwecke darf niemals mehr als eine Lache auf einmal geöffnet werden. Wenn nach Verlauf von 5 Jahren die erste Lache eine Höhe von 3,8 m erreicht hat, läßt man den Baum mehrere Jahre hindurch ausruhen. Sodann wird in einem Abstande von 15—20 cm von der aufgelassenen Lache eine neue Lache geöffnet, wieder 5 Jahre geharzt und so weiter verfahren, bis der Rundgang um den ganzen Stamm gemacht ist.

Ueber die Ausbeute pro Stamm und Jahr sind in der vorzitierten Abhandlung präzise Angaben nicht zu finden; es heißt nur, daß in den jüngeren (30—35jährigen) Beständen 240 und in den älteren (40—70jährigen) 450 Klgr. Harz pro Hektar und Jahr gewonnen werden. Von anderer Seite wird die jährliche Ausbeute pro Stamm im Mittel mit 3½ Klgr. angegeben.

§ 51. Gewinnung des Fichtenharzes. Das Fichtenharz hat die Eigenschaft, an der Luft sehr bald fest zu werden. Auf ein freiwilliges Abfließen aus der Lache, sowie bei der Schwarzföhre oder Strandkiefer ist hier nicht in dem Maße zu rechnen, und muß daher eine andere Gewinnungsmethode befolgt werden. Im Mai oder Juni werden gleichzeitig 2 Lachen von je 1—1½ m Höhe und 3—6 cm Breite an den entgegengesetzten Seiten des Stammes aufgerissen. Die Lachen werden mit einem eigenartig gekrümmten Messer scharfkantig ausgeschnitten und reichen bis in den Splint. Sie sollen unten spitz zulaufen, damit kein Wasser in denselben stagnieren kann. Im Laufe des ersten Jahres überziehen sich die blosgelegten Stellen mit Harz, welches allmählich erhärtet und im Juli des nächsten Jahres abgescharrt wird. An den Lachenrändern bildet sich mit der Zeit eine Ueberwallung, welche den Harzaustritt beeinträchtigt und endlich ganz verhindern würde. Es müssen daher alle 2—3 Jahre die Lachenränder erneuert werden, eine Arbeit,

welche man das Flußscharren nennt. In einigen Gegenden wird das Flußscharren jährlich vorgenommen und die Lache dabei immer um einige cm erweitert, so daß nach einer Reihe von Jahren nur mehr zwei schmale Rindenstreifen zwischen den beiden Lachen stehen bleiben. Die Erneuerung der Lachenränder soll im Sommer vorgenommen werden, damit sich dieselben noch vor Eintritt des Winters mit Harz überziehen können und der Stamm dadurch geschützt ist. An anderen Orten macht man zuerst zwei schmale Lachen, nach zwei Jahren werden diese aufgelassen und zwischen denselben zwei neue Lachen gerissen u. s. w., so daß auch hier schließlich nur mehr ganz schmale Rindenstreifen zwischen den einzelnen Lachen stehen bleiben. In der Regel wird die Harzung 10—15 Jahre hindurch fortgesetzt. Die Ausbeute pro Stamm und Jahr beträgt im Mittel 0,5 Klgr. Scharrharz und 0,6 Klgr. Rinnharz.

Das aus der Lache ausgescharrte Harz ist am reinsten, während das über die Lache herabgeflossene, sowie das beim Flußscharren gewonnene Harz stets verunreinigt und daher geringwertiger ist.

§ 52. Gewinnung des Lärchenharzes. Der Hauptsitz des Harzes befindet sich bei der Lärche im Kernholze. Nach Wiesner sind in den Markstrahlen der Lärche zwei harzführende Intercellularräume vorhanden. Der Lärcherschaft ist sehr häufig kernschälig und zuweilen auch frostrissig. In diesen Spalten des Holzkörpers sammelt sich das Harz. Um dasselbe zu gewinnen, werden die Stämme im Frühjahr etwa 1/2 m über dem Boden in horizontaler Richtung angebohrt. Das Bohrloch hat 3 cm Lichte, reicht bis in das Zentrum und wird mit einem Holzstöpsel verschlossen. Bis zum Herbst füllt sich die Bohröffnung mit Harz, welches sodann mit Hilfe eines halbzylindrischen Hohleisens ausgestochen wird, wobei man den ganzen Harzcylinder herauszieht und die Oeffnung sofort wieder verpfropft. Ein Stamm liefert 120—180 gr Harz pro Jahr. Läßt man das Bohrloch vom Frühjahr bis zum Herbst offen, so kann der Harzertrag auf 500 gr und darüber, steigen. Das so gewonnene Harz ist aber unreiner, enthält weniger Terpentinöl, und der Baum wird dadurch geschädigt. Ein einziges Bohrloch genügt für die ganze Harzungsdauer, welche bis zu 30 Jahren ausgedehnt wird. Trotz der geringen Ausbeute ist die Lärchenharzung doch rentabel, weil sie sehr wenig Arbeit erfordert, das Harz den doppelten bis dreifachen Preis des Schwarzföhrenharzes erzielt und die Stämme keinerlei Verunstaltung erfahren.

§ 53. Charakteristik der Harze. Ueber die Bildung der Harze ist Sicheres nicht bekannt. Viele derselben dürften durch Oxydation aus den Terpenen ($C_{10}H_{16}$) entstanden sein. Die gewöhnlichen Harze von den vorgenannten Baumarten, ferner Mastix, Kopaivabalsam ꝛc. haben die Formel $C_{20}H_{30}O_2$, andere Harze $C_{20}H_{30}O_3$. Man kann sich dieselben entstanden denken nach der Gleichung:

$$2\,C_{10}H_{16} + 3\,O = C_{20}H_{30}O_2 + H_2O$$

oder

$$2\,C_{10}H_{16} + 4\,O = C_{20}H_{30}O_3 + H_2O.$$

Nach Wiesner können die Harze auch entweder direkt oder durch intermediäre Bildung von Gerbstoff aus Cellulose, Stärkemehl ꝛc. entstehen.

Die Harze kommen in allen pflanzlichen Organen und Geweben (mit Ausnahme der Kambiums) vor. In der Regel treten sie als Bestandteil der Zellwand auf, nur selten als Zellinhaltstoff. Die natürlichen Harze sind Gemenge von verschiedenen harzigen Stoffen mit ätherischem Oel, gummiartigen Bestandteilen, Bitterstoffen ꝛc. Die aus den Nadelbäumen gewonnenen Harze (auch Terpentin genannt) bestehen aus den eigentlichen festen Harzkörpern und aus Terpentinöl. Erstere sind in letzterem teils gelöst, teils in fester Form ausgeschieden. Die Konsistenz der Harze hängt von dem relativen Mengenverhältnis der festen Harzkörper zum Terpentinöl ab. Je mehr Terpentinöl vorhanden ist, desto flüssiger erscheint das Harz.

Die festen Harzkörper bestehen der Hauptsache nach aus Abietinsäure $C_{44}H_{64}O_5$, aus dem Anhydrid derselben $C_{44}H_{62}O_4$ und aus einer neutralen in Alkohol löslichen Substanz. Diese beiden letzteren bilden die amorphe Grundmasse, in welcher viele mikroskopische kleine Krystalle von Abietinsäure eingeschlossen sind.

Man unterscheidet gemeinen und feinen Terpentin. Ersterer ist trüb in der Regel ganz undurchsichtig, dickflüssig, halbfest oder fest. Die Trübung rührt von den ausgeschiedenen festen Harzkörpern her. Die ölreicheren und daher mehr oder minder zähflüssigen Sorten bilden nach längerem Stehen einen weißen oder gelben Bodensatz von den ausgeschiedenen Harzkörpern, über welchen klares, durchsichtiges Harz sich befindet. Alle früher genannten Harzbäume, mit Ausnahme der Lärche und Tanne, liefern gemeinen Terpentin.

Der feine Terpentin ist zähflüssig und erscheint entweder klar oder er ist mehr minder getrübt. Die Trübung rührt von eingeschlossenen Wassertröpfchen her und verschwindet, wenn der Terpentin in dünner Schichte ausgebreitet wird. Dies ist der Fall beim Kanadabalsam, Lärchen- und Tannenterpentin ꝛc. Ein Trübwerden an der Luft durch Ausscheidung von festen Harzkörpern tritt bei den feinen Harzen niemals ein. Die meisten Harze sind gelb bis braun gefärbt. Die Farbe dunkelt an der Luft nach. Viele besitzen einen charakteristischen Geruch und Geschmack. Ihr spezifisches Gewicht ist nahezu 1. Bei den festen Harzen steigt es auf 1,2—1,3 und bei den flüssigen sinkt es auf 0,9. Der Schmelzpunkt der festen Harze variiert von 75 (Siambenzoe) bis 360 (harte Kopale). Fichtenharz schmilzt zwischen 60 und 70° C. Schwarzföhren- und Strandkieferharz sind im frischen Zustande schon an und für sich halbflüssig. Bei längerer Berührung mit der Luft werden sie fest und schmelzen dann zwischen 80—100° C. In Wasser sind alle Harze unlöslich, dagegen die meisten löslich in Alkohol, Aether, Chloroform, Terpentinöl, Benzol, Petroleumäther und Schwefelkohlenstoff. Konzentrierte Schwefelsäure löst in der Kälte alle Harze ohne Zersetzung. Aus dieser Lösung kann das Harz auf Zusatz von Wasser wieder abgeschieden werden. Die Harze sind stickstofffrei, sauerstoffarm und kohlenstoffreich. Die Hauptmasse der Harze hat den Charakter einer schwachen Säure. Die weingeistige Lösung reagiert sauer und treibt aus Alkalikarbonaten die Kohlensäure aus. Beim Kochen der Harze mit kaustischen Alkalien bildet sich Harzseife, eine schmierige Masse, welche mit Wasser schäumende Lösungen gibt. Durch Säuren wird die Harzseife unter Abscheidung von Harz zerlegt. An der Luft erhitzt, verbrennen die Harze unter Entwicklung eines eigentümlichen, meist aromatischen Geruches mit stark leuchtender, rußender Flamme. Unter Luftabschluß erhitzt, liefern sie die gewöhnlichen Produkte der trockenen Destillation stickstofffreier organischer Substanzen.

§ 54 Harzprodukte. Die wichtigsten Harzprodukte sind: Terpentinöl, Kolophonium und Brauerpech. Alle drei Produkte werden durch Destillation aus den Rohharzen dargestellt. Wird das Terpentinöl möglichst vollständig abdestilliert, so verbleibt als Rückstand Kolophonium. Unterbricht man hingegen die Destillation, so bald ein gewisser Anteil des Oeles übergegangen ist, so resultiert als Rückstand das sogen. Brauerpech.

In den mangelhaft eingerichteten Pechhütten wird die Destillation in kupfernen Kesseln mit abnehmbarem Helm über freiem Feuer vorgenommen. Um das Terpentinöl leichter zu trennen, wird in das geschmolzene Harz Wasser eingerührt, welches beim Verdampfen das Terpentinöl mit fortreißt. Die Destillationsprodukte werden durch einen Kühler geleitet und in einer Vorlage (nach Art der Florentinerflaschen) aufgesammelt, wo sich das Terpentinöl vom Wasser trennt. Nachdem das Terpentinöl abgetrieben ist, verbleibt im Kessel das sogenannte Wasserharz. Dasselbe enthält noch eine beträchtliche Menge Wasser in Form sehr kleiner Tröpfchen und bildet beim Erstarren eine trübe, hellgelb bis braungefärbte Masse. Um Kolophonium daraus darzustellen, muß das Wasser vollständig ver-

dampft werden. Zu diesem Behufe wird der Helm abgenommen und der Kesselinhalt so lange erhitzt, bis er durchsichtig geworden ist. Sodann hebt man den Kessel aus dem Feuerherd heraus und gießt das Kolophonium durch Draht- oder Strohhürden in Fässer oder Kisten. Die mechanisch beigemengten Verunreinigungen, namentlich Holzspäne und Rindenstücke bleiben auf den Hürden zurück. Die schwereren, erdigen Verunreinigungen finden sich in der Schmelze als Bodensatz, welcher separat ausgestoßen und, wenn eine größere Partie vorhanden ist, durch Umschmelzen und Abseihen gereinigt wird.

Dieses Verfahren eignet sich nur zur Erzeugung von ordinärem, dunkelgefärbten Kolophonium, weil die Erhitzung des Kesselinhaltes eine sehr ungleichmäßige ist. An den überhitzten Kesselwänden wird immer ein Teil des Harzes zersetzt und die ganze Masse dadurch trüb und tief dunkelbraun gefärbt. Ueberdies ist auch die Ausbeute an Terpentinöl eine geringere.

Viel zweckmäßiger ist die Destillation mit Dampf. Man benützt hiezu Kupferblasen mit eingelegten Heizschlangen. Außen ist entweder eine direkte Feuerung oder (was zweckmäßiger ist) ein Dampfmantel angebracht. Am Boden der Blase befindet sich ein ringförmig gebogenes und gelochtes Schnatterrohr. Das Rohharz wird durch ein Mannloch in die Blase eingebracht, geschmolzen und sodann durch das Schnatterrohr Dampf direkt in die Harzmasse eingeleitet, um das Terpentinöl zu verflüchtigen. Geht kein Oel mehr in das Destillat, so wird die direkte Dampfeinströmung abgestellt, die Heizung aber noch so lange fortgesetzt, bis alles Wasser ausgetrieben ist. Schließlich läßt man den wasserfreien Destillationsrückstand durch ein im Boden der Blase angebrachtes Rohr ablaufen. Um das Kolophonium von den mechanisch beigemengten Verunreinigungen zu befreien, muß es in der Wärme filtriert werden. Zu diesem Zwecke benützt man doppelwandige Kupferrinnen, in welchen Dampf von mehreren Atmosphären Spannung zirkuliert. In der Rinne ist ein Drahtsieb befestigt, welches die suspendierten Teile zurückhält, während das reine Kolophonium direkt in die Fässer oder Kisten abfließt. Der auf dem Sieb verbleibende Rückstand wird nochmals umgeschmolzen und ordinäres Kolophonium daraus erzeugt.

Die Ausbeute an Terpentinöl und Kolophonium ist sehr verschieden, je nach der Harzqualität. Die besseren Sorten von Schwarzföhrenharz geben 25—30 % Oel und 60—70 % Kolophonium. 5—10 Proz. sind Wasser, Unreinigkeiten und Verlust. Das Harz der Strandkiefer gibt im Mittel 20 % Oel, 68 % Kolophonium und 12 % Kalo. Fichtenharz liefert 12—18 % Oel, 65—75 % Kolophonium, 10—20 % Kalo. Aus Lärchenharz werden circa 20% Oel und 75—80 % Kolophonium gewonnen. Der Abgang durch Verunreinigungen ist gering.

Bei der Erzeugung von Brauerpech wird in gleicher Weise verfahren wie bei Darstellung des Kolophoniums, nur muß die Destillation früher unterbrochen werden, damit noch eine gewisse Menge Terpentinöl im Pech verbleibt.

§ 55. Das Terpentinöl besteht aus einem Gemenge von Kohlenwasserstoffen, welchen die gemeinsame Formel $C_{10}H_{16}$ zukommt. Im rohen Produkt, welches durch Destillation des Harzes über freiem Feuer dargestellt wurde, finden sich auch andere Kohlenwasserstoffe als Zersetzungsprodukte des Kolophoniums (Retinnaphta C_7H_8, Siedepunkt 108°, Retinyl C_9H_{12}, Siedepunkt 150°, Retinol C_8H_8, Siedepunkt 280° ꝛc.), ferner Harzsäuren und Fettsäuren. Um das Oel zu reinigen (rektifizieren), wird es mit Kalkwasser vermischt und unter Anwendung von Dampf nochmals destilliert. Aber auch das gereinigte Oel besitzt je nach seiner Abstammung verschiedene Eigenschaften.

Frisch dargestellt ist das Terpentinöl farblos, dünnflüssig, von eigentümlichem Geruch, reagiert neutral, besitzt bei 15—17° C. ein spezifisches Gewicht von 0,855—0,875 und einen Siedepunkt von 150—170° C. Die meisten Terpentinölsorten des Handels (das österr. aus P. Laricio, das deutsche aus A. excelsa, A. pectinata und P. silvestris, das

französische aus P. maritima, das venetianische aus L. europaea) polarisieren nach links das amerikanische aus P. australis und P. Taeda hingegen nach rechts. An der Luft verdunstet das Terpentinöl trotz des hohen Siedepunktes schon bei gewöhnlicher Temperatur ganz merklich. Der restierende Teil nimmt Sauerstoff auf, verdickt sich, wird nach und nach ganz fest, schwach gelb und zeigt eine saure Reaktion. Der absorbierte Sauerstoff wird in Ozon verwandelt, welches kräftig oxydierend auf das Oel einwirkt. Angezündet brennt das Terpentinöl mit stark rußender Flamme.

In Wasser ist das Terpentinöl unlöslich. In Weingeist löst sich umsomehr, je hochgrädiger derselbe ist. Ein Teil Oel braucht 6—8 Teile 90 proz. Weingeist zur Lösung. Mit absolutem Alkohol, Holzgeist, Aether, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, ätherischen und fetten Oelen ist es mischbar. Mit Wasser verbindet sich das Terpentinöl zu einer krystallisierten und sublimierbaren Verbindung $C_{10}H_{16} + 3H_2O$, welche auch in einigen Pinusarten vorgefunden wurde. Mit Chlorwasserstoffgas gibt es eine weiche, knetbare Verbindung $C_{10}H_{16} . HCl$, welche künstlicher Kampher genannt wird.

Terpentinöl ist ein gutes Lösungsmittel für viele Harze, Wachs, Fette, Kautschuk, Schwefel und Phosphor. In der Industrie findet es vielfache Verwendung, namentlich zur Lack- und Firnißbereitung. In der Medizin dient es für innerlichen und äußerlichen Gebrauch. Nicht selten benützt man das Terpentinöl auch als Verfälschungsmittel für diverse ätherische Oele.

§ 56. Das Kolophonium zeigt je nach der Art der Darstellung sehr verschiedene Eigenschaften. Es ist entweder vollkommen durchsichtig, durchscheinend oder fast undurchsichtig. Das Klarwerden der geschmolzenen Masse basiert auf der Umwandlung der krystallisierten Abietinsäure in das amorphe Anhydrid derselben. Die Farbe geht von blaßgelb, goldgelb rotgelb durch alle Nüancen bis in tief dunkelbraun, fast schwarz. Auch bezüglich der Härte des Kolophoniums gibt es verschiedene Abstufungen. Manche Sorten sind so weich, daß sie den Eindruck mit dem Fingernagel annehmen; die meisten hingegen besitzen eine solche Härte, daß sie erst mit Eisen geritzt werden können. Das harte Kolophonium ist fast geruch- und geschmacklos, glasartig glänzend, sehr spröde, läßt sich leicht pulvern. Bei 80° C. wird es weich, zwischen 90 und 100° C. schmilzt es. Das spezifische Gewicht beträgt 1,07. Hinsichtlich der Löslichkeit steht das Kolophonium ungefähr auf gleicher Stufe, wie das Harz.

Das Kolophonium wird zur Kitt-, Siegellack- und Firnißerzeugung, ferner als Geigenharz, als Zusatz für Seifen ꝛc., verwendet.

Bei der trockenen Destillation des Kolophoniums erhält man leichtes Harzöl (für Firnißfabrikation), schweres Harzöl (zur Darstellung von Buchdruckerfirniß, Maschinenöl, Wagenschmiere ꝛc.) und im Rückstande verbleibt eine glänzende schwarze, spröde Masse das sogenannte Pech, welches zum Kienrußbrennen, Darstellung von Schiffpech, Schuhmacherpech ꝛc. verwendet wird.

§ 57. Das Brauerpech dient zum Auspichen der Bierfässer. Es ist eine klare, gelb bis dunkelbraun gefärbte, glänzende, spröde Masse, von schwachem, angenehmem Geruch und wenig bitterem Geschmack. Gutes Brauerpech muß eine gewisse Menge Terpentinöl enthalten. Ist der Oelgehalt zu hoch, so schäumt das Pech beim Schmelzen sehr stark, bildet beim Auspichen einen blasigen Ueberzug im Innern des Fasses und bringt dem Bier einen unangenehm scharfen Geschmack bei. Andererseits wird bei zu geringem Oelgehalt der Pechüberzug sehr spröde und springt leicht von den Faßwänden ab. Der Schmelzpunkt des Peches soll zwischen 65 und 75° C. liegen. In 4—6 prozentigem Weingeist soll es so gut wie unlöslich sein. In absolutem Alkohol hingegen muß es sich vollständig klar lösen. Die beste Qualität Brauerpech wird aus Lärchenharz erzeugt und kommt aus Tirol in den Handel.

VII. Die Pottasche-Fabrikation.

§ 58. Bis vor etwa 30 Jahren war die Asche des Holzes und einiger anderer Pflanzen das einzige Material für die Darstellung der Pottasche und aller übrigen Kaliumsalze. Gegenwärtig wird Pottasche aus allen drei Naturreichen gewonnen und zwar:

1. Aus dem **Mineralreiche**, wo die Staßfurter-Abraumsalze (namentlich das Kaliumsulfat) das Material hiezu liefern.

2. Aus dem **Pflanzenreiche**, die Holzasche und Rübenasche; letztere als Abfallprodukt von der Melasseverarbeitung (Schlämpekohle und Osmosewasser).

3. Aus dem **Tierreiche**, die Schafschweißasche als Nebenprodukt der Schafwollwäscherei.

Trotz dieser verschiedenen und zum Teil sehr ausgiebigen Quellen, nimmt die Holzasche noch immer einen hervorragenden Platz ein und liefert ungefähr ein Drittel der Gesamt-Pottascheproduktion, welche sich gegenwärtig auf rund 1/2 Mill. m Ztr. pro Jahr beziffern dürfte.

Das sogenannte Aschenbrennen ist zwar die geringste, in manchen Gegenden aber doch nur einzig mögliche Art der Verwertung des Holzes. Im größeren Maßstabe wird Holzpottasche in Ungarn, Siebenbürgen, Galizien und Bukowina, Rußland, auf Kanada und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika erzeugt.

Die Darstellung der Pottasche aus Holz ist sehr einfach und umfaßt folgende Prozeduren:

1. Das Veraschen des Holzes.
2. Das Auslaugen der Asche.
3. Das Versieden der Lauge.
4. Das Kalzinieren der Rohpottasche.

Zum **Veraschen** werden vorzugsweise moderige, gipfeldürre, kernschälige oder überhaupt kranke abständige Stämme benutzt. In manchen Lokalitäten muß wohl auch gesundes Holz mit verwendet werden, wenn eine bessere Verwertung nicht zu finden ist. Das Aschenbrennen wird in verschiedener Weise ausgeführt. Auf der Herrschaft Munkács werden nur hohle, moderig gewordene Buchenstämme verascht. Der noch stehende Stamm wird angehauen und in der Oeffnung ein Feuer angemacht. Der Moder und die innere Holzpartie brennen allmählich aus, wobei sich die Asche am Fuße, innerhalb des Stammes, ansammelt. Dieselbe wird von Zeit zu Zeit ausgenommen und das Feuer, wenn nötig erneuert. Auf solche Art wird die Asche sehr rein erhalten und ist gegen Wind und Regen geschützt.

In den griech. orient. Religionsfondforsten der Bukowina verascht man nur gefälltes Holz. Zu diesem Behufe wird der liegende Stamm entweder der ganzen Länge nach oder auch nur in gewissen Abständen mit einer 12—15 cm tiefen und 30 cm breiten Kerbe versehen, welche als Feuerherd dient. Bei einem morschen Stamme genügt eine Feuerstelle am Stockende; gesunde Stämme müssen jedoch mehrere Feuerstellen (gewöhnlich von 6 zu 6 m Entfernung) erhalten. Der Stamm brennt niemals vollständig aus, sondern es bleiben mindestens Splint und Rinde, nicht selten aber auch größere, gesunde Holzpartieen zurück. Dieser Rückstand wird zerkleinert, zu einem Stoß aufgeschichtet und verbrannt. In gleicher Weise werden auch die Aeste aufgearbeitet. Die Asche wird in Butten gesammelt und in sog. „**Koliba**" bis zur Abfuhr in die Pottaschehütte aufbewahrt. Die Koliba sind einfache Erdgruben, welche mit Bretterschwarten ausgelegt und eingedeckt werden. Ringsum wird ein Graben gezogen, um das Tagwasser abzuhalten.

Ueber die Aschenmenge und den Kaligehalt der Holzasche gibt die auf pag. 380 angeführte Tabelle Aufschluß. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß sich diese Zahlen auf

Reinasche beziehen. Die Rohasche enthält aber auch noch kohlige Teile, Kohlensäure und erdige Verunreinigungen. 100 Teile Rohasche entsprechen durchschnittlich 75 Teilen Reinasche. Es sind daher alle in dieser Tabelle enthaltenen Zahlen bei der Umrechnung auf Rohasche mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren.

Die erste Manipulation in der Hütte ist das Auslaugen. Die Auslauggefässe (Aescher genannt) sind nach unten verjüngte Bottiche, welche einen Doppelboden besitzen. Der untere Boden ist voll, der obere gelocht. Im Zwischenraum ist eine Holzpippe eingesetzt zum Ablassen der Lauge. Auf den Siebboden kommt eine Lage Stroh oder Reisig und darauf die mit Wasser benetzte Holzasche, welche möglichst dicht eingetreten wird. Ein Aescher faßt bis zu ⅞ seiner Höhe 120—130 Klgr. Rohasche, welche mit 150—200 Liter Wasser übergossen wird. Um das Wasser gleichmäßig über die ganze Oberfläche zu verteilen, wird die Asche mit einer Schichte Reisig überdeckt. Das Wasser durchdringt die Asche und nimmt die löslichen Salze auf. Nach 4—5 Stunden wird die erste Lauge abgelassen, neuerlich Wasser aufgegossen und so weiter fortgefahren, bis die ablaufende Flüssigkeit nur mehr sehr schwach alkalisch reagiert und am Aräometer nahezu Null zeigt. Je nach der Beschaffenheit der Rohasche sind 4—5 Aufgüsse erforderlich. Die erste Lauge ist die konzentrierteste, die später nachkommenden werden immer schwächer und die letzte ist schon so verdünnt, daß sie das Eindampfen kaum verlohnt. Viel zweckmäßiger ist die systematische Auslaugung nach Art des Batteriebetriebes. Fünf Aescher werden terrassenförmig übereinander gestellt und mit Asche beschickt. Auf den 1. obersten Aescher wird Wasser gegossen. Nach 3—4 Stunden wird die Lauge auf den zweiten Aescher abgelassen und der erste neuerlich mit Wasser gefüllt. Nach weiteren 3—4 Stunden wird die Lauge von 2 auf 3, von 1 auf 2 abgelassen und 1 wieder mit Wasser gefüllt. In dieser Weise wird fortgefahren, bis die konzentrierte Lauge bei 5 zum Abzug gelangt. Der Inhalt des Aeschers 1 hat inzwischen 5 Wasseraufgüsse erhalten, ist bereits vollständig ausgelaugt und wird entleert. Der Wasserzulauf wird jetzt auf 2 gestellt und 1 mit frischer Rohasche beschickt. Die Lauge geht von 2 auf 3, von 3 auf 4, von 4 auf 5, fließt von 5 in ein Reservoir, wird von hier auf 1 gepumpt und nach 3—4 stündiger Einwirkung als konzentrierte Lauge von 1 abgezogen. Der weitere Verlauf der Arbeit ergiebt sich aus dem Gesagten von selbst. Auch hat das auf pag. 401 ausgeführte Betriebsschema sehr viel Aehnlichkeit mit dieser Auslaugearbeit.

Mit warmem Wasser gelingt die Auslaugung schneller als mit kaltem. Im Winter muß das Wasser unter allen Umständen angewärmt werden.

Der nach vollständigem Auslaugen in den Aeschern verbleibende Rückstand (Aescherich genannt) besteht vorwiegend aus Calciumkarbonat und Phosphat (circa 8 % P_2O_5 in der Trockensubstanz) und kann als Düngemittel verwendet werden. Wenn man auf eine weitere Verfrachtung reflektiert, so müssen diese Rückstände an der Luft getrocknet werden, da dieselben sehr viel (50—60 %) Wasser enthalten.

Zum Abdampfen oder Versieden der Lauge sind gewöhnlich zwei Arten von eisernen Pfannen vorhanden: die Vorwärmer und die eigentlichen Vordampfpfannen. Erstere sind flach und in der Regel auf dem Kalcinierofen angebracht. Letztere sind entweder ebenfalls flach oder schalenförmig vertieft und besitzen eine eigene Feuerung. Die frische Lauge kommt zuerst in die Vorwärmer und fließt von hier aus in einem dünnen Strahl auf die Verdampfpfannen.

Das Eindampfen wird unter Zufluß von vorgedampfter Lauge so lange fortgesetzt bis eine herausgenommene Probe beim Erkalten erstarrt. Ist dieser Punkt erreicht, so wird der weitere Zufluß der Lauge abgestellt und das Feuer unterbrochen. Beim Abkühlen scheiden sich an den Wänden der Pfanne Salzkrusten ab, welche allmählich stärker werden, bis endlich die Masse erstarrt. Diese Krusten werden mit Hammer und Meißel

losgeschlagen. Das so erhaltene Produkt heißt „Fluß“ oder ausgeschlagene Pottasche. Es ist dunkelgraubraun bis grauschwarz gefärbt und enthält 10—15 % Wasser.

Diese Methode des Versiedens hat den Nachteil, daß die Pfannen durch das Losmeißeln der Salzkrusten sehr stark in Anspruch genommen werden und oftmaligen Reparaturen unterliegen.

Zweckmäßiger wird in der Weise vorgegangen, daß man, sobald die Ausscheidung beginnt, das Feuer mäßigt und die Lauge ununterbrochen rührt. Nach vollständigem Abdampfen hinterbleibt in der Pfanne die rohe Pottasche als lockere, krümmliche Masse, welche nach dem Abkühlen der Pfanne ausgeschaufelt wird. Dieses Produkt heißt „gerührte Pottasche“, ist schwarzbraun gefärbt und enthält noch 6—10 % Wasser. Für das erstere Verfahren sind schalenförmige und für das letztere flache Pfannen notwendig.

Die letzte Operation ist das Kalcinieren. Es bezweckt die vollständige Entwässerung und das Weißbrennen der Pottasche. Die Vorrichtung hiefür ist ein Flammofen mit einem oder zwei Feuerherden. Der Kalcinierraum ist aus feuerfestem Material hergestellt und überwölbt. Das Gewölbe darf von der Sohle, worauf die Pottasche zu liegen kommt, nicht mehr als ³/₄ m abstehen, damit die Flamme niedergehalten wird und die Pottasche bestreicht.

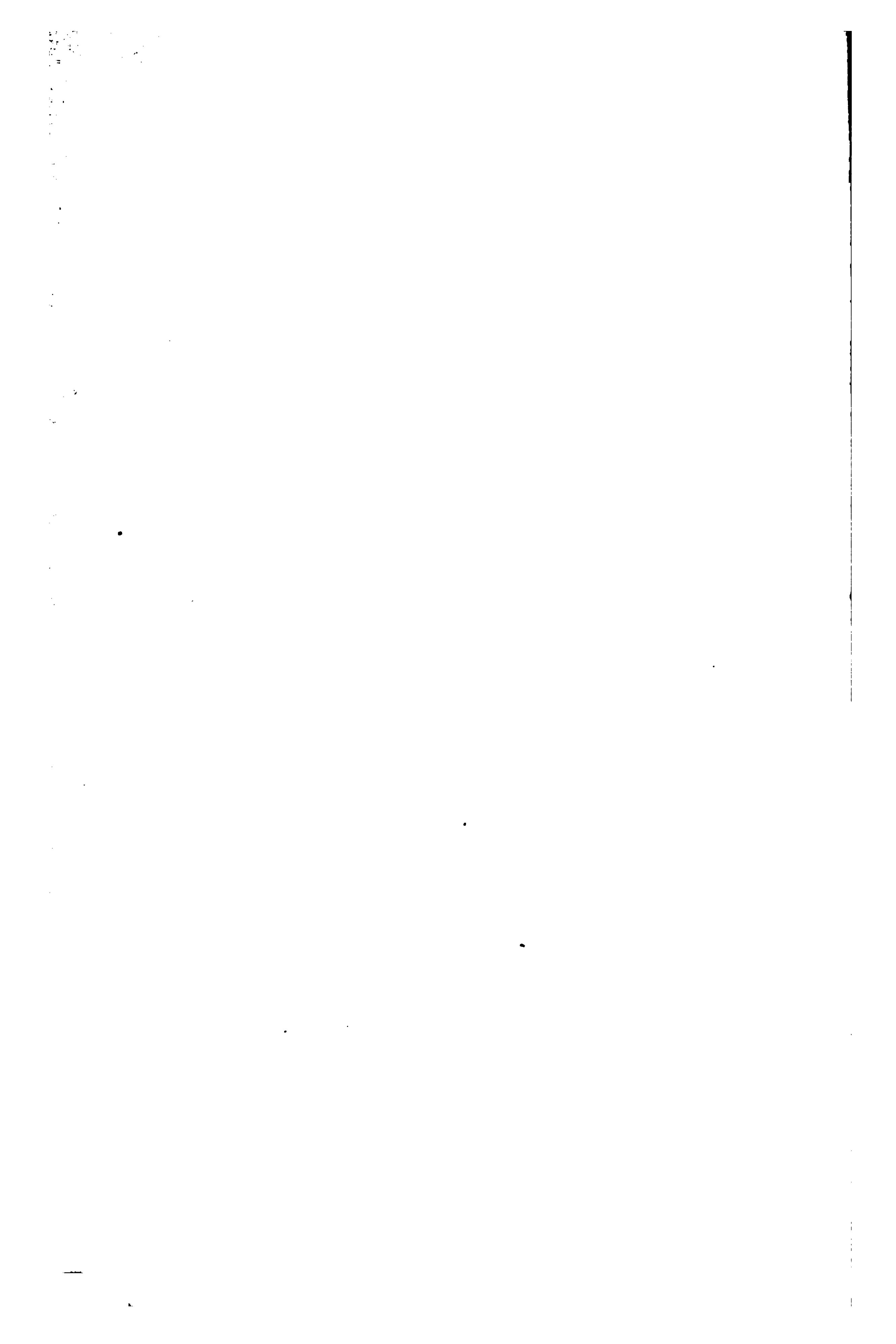
Zuerst wird der Ofen so lange geheizt, bis der Kalcinierraum glühend geworden ist, sodann die rohe Pottasche eingeworfen und auf der etwas vertieften Sohle ausgebreitet. Beim Kalcinieren muß die Pottasche mit einer eisernen Krücke oftmals durchgerührt und gewendet werden, damit immer neue Teile an die Oberfläche gelangen. Die Temperatur darf anfangs nur mäßig sein und wird allmählich bis zur hellen Rotglut gesteigert. Ein Schmelzen der Pottasche darf dabei nicht eintreten, weil sonst die kohligen Teile eingeschlossen und an der Verbrennung gehindert werden. Beim Schmelzen wird auch die Herdsohle stark angegriffen und die Pottasche kieselsäurehaltig. Nach Verlauf von 2—3 Stunden ist die Masse weiß gebrannt. Um sich von der Gahre zu überzeugen, werden einige Stücke ausgezogen und nach dem Erkalten zerschlagen. Erscheinen dieselben bis in das Innere weiß, so ist genügend geglüht. Die Pottasche wird nun ausgezogen, erkalten gelassen und sodann ohne Verzug in Fässern eingestampft. Bleibt dieselbe lange an der Luft liegen, so zieht sie Feuchtigkeit an, packt zu Klumpen zusammen und wird endlich ganz zerfließlich. Beim Kalcinieren ergibt sich je nach der Qualität der Rohpottasche ein Gewichtsverlust von 10—20 Prozent.

Die kalcinierte Pottasche ist eine krümmlig-klafige, zusammengesinterte Masse. Die Farbe ist selten rein weiß, sondern besitzt meist einen Stich in's graue (von sehr feinen Kohleteilchen). Zuweilen erscheint sie rötlich (durch Kupferoxydul oder Eisenoxyd), bläulich oder grünlich (durch Kaliummanganat). Sie ist geruchlos, schmeckt laugenhaft, ist stark hygroskopisch, in Wasser leicht löslich, im Alkohol hingegen unlöslich. Kalcinierte, wasserfreie Pottasche enthält:

80—85	%	Kaliumkarbonat	K_2CO_3
6—9	„	Natriumkarbonat	Na_2CO_3
6—9	„	Kaliumsulfat	K_2SO_4
0,5—4	„	Kaliumchlorid	KCl

nebst geringen Mengen von Eisenoxyd, Thonerde, Manganverbindungen, Magnesia und Kieselsäure (resp. Alkalisilikate).

Die Verwendung der Pottasche war in früherer Zeit viel ausgedehnter und vielseitiger. Gegenwärtig ist dieselbe durch die weit billigere Soda zum größten Teil verdrängt. Nur in einigen Industriezweigen kann man die Pottasche nicht entbehren; es ist dies namentlich der Fall bei der Fabrikation des Krystallglases und der schwer schmelzbaren Glassätze überhaupt, der Schmierseife, des Blutlaugensalzes und diverser chemischer Präparate.



IX.

Forstbenutzung.

e. Das Weidwerk.

Von

Raoul Ritter von Dombrowski.

I. Einleitung.

Im Uranfang ein Kampf ums Dasein in vollem Sinne, — hat das Jagdwesen im Laufe der Zeiten mit deren kulturellen, sozialen und politischen Wandlungen gleichfalls sein Wesen und seine Ziele geändert.

Die chronologische Schilderung derselben ist der Geschichte des Jagd- und Forstwesens vorbehalten, und ich werde mich lediglich darauf beschränken, vorerst in den einleitenden Sätzen die Bedeutung des Jagdwesens der Gegenwart vom Standpunkte der Ethik und Naturwissenschaft und dessen Berechtigung mit Bezugnahme auf die Volkswirtschaft zu erörtern.

Die kulturelle Entwickelung eines Volkes hat neben ihren segensreichen Einwirkungen auch vielfach schädliche Einflüsse im Gefolge, welche sich in physischer wie auch psychischer Richtung entnervend fühlbar machen.

Wir sehen in Erkenntnis dessen die entwickeltesten Völker ernst bemüht, jenen tiefen Schatten der Kultur zu begegnen und Institutionen pflegen, welche deren weitreichende Konsequenzen wenigstens teilweise zu paralysieren geeignet sind. Als Beispiel darf diesfalls wohl in erster Reihe England genannt werden, welches der physischen Entwickelung des Körpers durch Leibesübungen verschiedener Art — dem Sport — eine rege zielbewußte Fürsorge zuwendet und hiedurch auch mittelbar den persönlichen Mut, die Thatkraft und das Selbstbewußtsein in allen Schichten des Volkes weckt und großzieht.

Der Seedienst einer- und der Sport jeglicher Art anderseits haben in England wenigstens teilweise jener physischen und moralischen Degenerierung Halt geboten, welche der Sklavendienst der Amts- und Schreibstuben, der Bergwerke und Fabriken unausbleiblich zur Folge hat. Diesem Beispiele sind die meisten Staaten längst gefolgt oder beginnen dies zu thun.

Die Jagd, des Waffendienstes fröhliche Schwester, verdient diesfalls in erster Reihe volle Beachtung im Haushalte kulturell entwickelter Völker und fand sie auch bereits trotz vielfacher Anfechtungen speziell im Hinblick auf ethische und sozial-politische Momente. Sie

fordert und fördert die Eigenschaften der Männlichkeit, stählt die Körperkraft, schärft und erfrischt die Sinne.

Auf den Gebieten der Naturwissenschaft, insbesondere auf jenen der Zoologie und Ornithologie, ist die Jagd eine treue Helferin mit einer reichen Fülle ansonst kaum zu beschaffender Behelfe und Daten; auch ist der Jäger im Dienste der Wissenschaft zumeist ein gründlicher und scharfsinniger Beobachter.

Die Zeitperioden, in welchen die Jagd in ihrer Ausübung ein rohes Handwerk, ihrem Wesen nach ein ausschließlich feudales Recht war, sind längst geschwunden. Heute ist das Jagdwesen zur Wissenschaft, dessen Handhabung zur Kunst herangebildet, und die Scholle, welche einst mit drückenden Jagd-Servituten belastet war, trägt nunmehr Jagd-Pachtquoten in einer Höhe, die in der Regel und mit Rücksicht auf die Gegenleistung als sehr hohe bezeichnet werden können.

Die hyperliberale und auf graue Theorien basierte Unduldsamkeit hat mit ihrer Argumentation: „Das Jagdwesen im allgemeinen und der Wildstand im besonderen seien mit der Kultur unverträglich", längst Schiffbruch gelitten, und es sind eben die kulturell vorgeschrittensten Länder, welche dem Jagdwesen nicht nur mit Rücksicht auf die Ethik und Sozial-Politik, sondern speziell vom Standpunkte der National-Oekonomie volle Beachtung und strengen gesetzlichen Schutz zuwenden, und ich will an dieser Stelle nur die Staaten des deutschen Reiches und Oesterreichs, Großbritannien und die vereinigten Staaten Amerika's nennen.

Das Wild verwertet eine bedeutende Menge von Vegetabilien, welche ansonst ungenutzt der Verwesung anheimfallen, vertilgt Forst- und Agrar-Schädlinge in namhafter Zahl und bietet neben den übrigen nutzbaren Teilen seines Körpers die gesündeste, kräftigste und relativ billigste Fleischnahrung.

Gegen Kulturschäden in den Forsten und auf allen übrigen, der landwirtschaftlichen Produktion zugewiesenen Gründen, welche vom Wilde verursacht werden, schützen den Grundbesitzer dießfällige gesetzliche Normen. In der Regel ist der, selbst von einem guten Wildstande verursachte Schaden keineswegs erheblich und für Ausnahmsfälle, wo die Kultur durch allzustarke Wildstände thatsächlich gefährdet erscheint, ist im Gesetze wirksam vorgesorgt. In erster Reihe aber ist es Sache des Jägers und eine ernste Berufspflicht desselben, durch entsprechende Maßnahmen dafür Sorge zu tragen, daß das Wild gehindert, aber auch nicht durch Hunger gezwungen werde, nennenswerte Schäden anzurichten, indem er auf entsprechenden zeitweiligen Schutz der Kulturgründe und insbesondere auf die Schaffung genügender Aesungsmittel zu jeder Jahreszeit bedacht nimmt. Es wird dies um so leichter und wirksamer durchführbar sein, wenn der Revierjäger zugleich Forstmann ist, und ich werde eine eingehendere Erörterung dieses wichtigen Moments dem Abschnitte Wildhege vorbehalten, und möchte an dieser Stelle nur vorweg ausdrücklich betonen, daß diese Maßnahmen einer weid- und kultur-gerechten Wildhege allerorts billig und wirksam durchführbar sind und auch durchgeführt werden sollten.

Der Begriff Wildschaden ist neuerer Zeit in überhandnehmendem Maße in eigentümlicher Weise interpretiert und mitunter auf Wirkungen ausgedehnt worden, deren Ursachen durchaus anderwärts und zwar in Kultur-Mängeln und statischen Mißverhältnissen einer- und anderseits in gewinnsüchtiger Uebervorteilung zu suchen und auch zu finden sind.

Argumente für die Thatsächlichkeit der Behauptung: daß ein angemessener Wildstand selbst mit der industriösesten Bodenkultur vereinbar sei, liefern eine Reihe von Ländern des Kontinentes, und ich führe hier speziell nur das Königreich Böhmen an, dessen reicher Wildstand ebenso bekannt und gerühmt ist, als seine mustergiltige Forst- und Feldkultur mit ihrer reichen Produktion.

Eingriffe in den belebten Haushalt der Natur, welche mit der Vertilgung des Wildes

einen kulturellen Fortschritt manifestieren wollen, erweisen damit wohl lediglich ein ziemlich tiefes Niveau der Auffassung, und es feiert die Kultur — so dünkt mir — mit dem vollen Gegenteil weit höhere Triumphe, indem sie in ihrem zielbewußten Walten, mit ihrer reichen Produktion auch jenen Geschöpfen die Existenzbedingungen erhält, bezw. schafft, welche in den von ihr beherrschten Gebieten ihre naturgesetzliche Heimat haben.

In diesem Sinne möge auch der Jäger jenen integrierenden Teil seiner Berufspflichten auffassen, welcher für die Erhaltung des Wildes innerhalb der Grenzen zu sorgen hat, welche mit den Interessen des Gemeinwohles vereinbarlich erscheinen.

Die weidgerechte Hege der Wildstände und ihr erheblicher Nutzen werden auch dem rechnenden Volkswirt den Beweis erbringen, daß das Weidwerk in unserer Zeit, soferne es mit voller Rücksicht auf die kulturellen Interessen gehandhabt wird, nicht nur Duldung, sondern in ethischer wie auch in wirtschaftlicher Beziehung volle Berechtigung in Anspruch nehmen dürfe.

Die Stichhaltigkeit der hier vorangestellten Anschauungen und die praktische Durchführbarkeit derselben werden die nachfolgenden — die Hege und Wildzucht behandelnden Abschnitte zu erweisen und zu begründen haben.

II. Der Jäger und sein Beruf.

§ 1. Das Weidwerk hat, wie jeder Berufszweig überhaupt, das Recht, die vollkommene Eignung desjenigen strenge zu fordern, welcher sich demselben dienstbar zu widmen beabsichtigt. Es erscheint notwendig, dies der oberflächlichen, ja frivolen Auffassung gegenüber zu betonen, welche bezüglich des Jägerberufs neuerer Zeit in abträglichem Maße überhand zu nehmen droht, und es wird Aufgabe der folgenden Erläuterungen sein, die Unrichtigkeit und Unhaltbarkeit derselben klar zu legen.

Das Jagdwesen bezw. die Jagdkunde umfaßt folgende Disziplinen:

1. Die Jagdkunstsprache—Weidmannssprache.
2. Die Naturgeschichte sämtlicher Jagdtiere.
3. Die Wildzucht und Hege.
4. Den Wildschutz.
5. Die Jagd und den Fang des Wildes.
6. Die Wildnutzung.
7. Die Kenntnis und weidgerechte Führung der Jagdwaffen.
8. Die Zucht, Dressur und Führung der Jagdhunde.

Neben diesen theoretischen, durch praktische Erfahrung geläuterten Kenntnissen, sind es insbesondere auch physische und moralische Eigenschaften, welche dieser Beruf in seiner Eigenart gebieterisch fordert, und zwar eine kräftige, jeder Anstrengung gewachsene, und jedem Wetter trotzende Körperbeschaffenheit, scharf entwickelte Sinne, Rechtlichkeit und Pflichteifer, Selbstbeherrschung, Klugheit, reine Sitten und persönlichen Mut.

Im Hinblick auf die Verhältnisse unserer Zeit ist der Jägerberuf nur in Ausnahmefällen ein ausschließlicher und in der Regel mit dem Forstdienste vereint. Die Gleichartigkeit der individuellen Eigenschaften, welche beide Berufssphären fordern, die harmonische Ergänzung und Förderung der beiderseitigen dienstlichen Obliegenheiten und Pflichten, — endlich ihre nahen Beziehungen in ethischer und wirtschaftlicher Richtnng lassen ihre dauernde Vereinigung unter dem grünen Panier nicht nur wünschenswert, sondern absolut notwendig erscheinen.

Der Slave nennt seit Jahrhunderten den Forst- und Weidmann — und auch ich möchte die beiden Berufssphären an dieser Stelle prinzipiell nicht trennen — sehr bezeichnend „Myslivec“ — Denker.

Schauen und Denken, beides in jener scharfen unterscheidenden Weise, welche zutreffend an der Hand der Wirkungen auf die Ursachen schließt, für die verwickelten Kombinationen den Schlüssel zu finden versteht, und endlich jene Thatkraft, welche sich jederzeit klug, besonnen und beherzt äußert, repräsentiert eine Trias von Eigenschaften, welche wohl ausgebildet, aber nicht erlernt werden können. Diese Eigenschaften, die zur vollen Eignung für den männlichen und schönen — immergrünen Doppelberuf unerläßlich sind, haben schon unsere Vorfahren mit kernigem zutreffendem Wort bezeichnet: „Der hat's Zeug für die grüne Farbe!"

Kein Laut im Reviere darf dem Jäger rätselhaft, keine Spur und Fährte fremd sein, gleichwie es seinem scharf prüfenden Blicke nicht gleichgiltig sein wird, ob und wie ein Grashalm geknickt, ein Stein zur Seite geschoben, die Moosdecke gefurcht erscheint. Die Pietät für die ehrwürdigen Ueberlieferungen des Jägerberufes darf indeß seine Jünger nicht vergessen lassen, daß sie mit der Erfüllung ihrer Pflichten und Wahrung ihrer Interessen der Gegenwart angehören. Gleichwie die Zeitperiode mit ihrem sozialen politischen und kulturellen Verhältnissen dem Jagdwesen eine durchaus geänderte Basis schuf, muß auch der Jäger in Ausübung seiner Berufspflichten in voller Rücksichtnahme auf dieselbe jenes Maß von Klugheit, Wachsamkeit und Billigkeit bethätigen, welche das Jagdwesen mit den vorangeführten dominierenden Verhältnissen nicht in Konflikt, sondern in Einklang bringen.

Ein freies, besonnenes und bei aller Entschiedenheit doch immer höfliches — fremde Rechte und Interessen achtendes Verhalten im Verkehr mit der Bevölkerung wird dem Jäger und seinem Dienste weitaus förderlicher sein, als jene hochfahrende Unduldsamkeit und Rücksichtslosigkeit, welche der Jägerei traditionell und zum Teil wohl auch nicht mit Unrecht zum Vorwurf gemacht werden.

Ein wesentlich förderndes Moment für die wirksame Ausübung des Dienstes ist die Lokalkundigkeit, welche sich der Jäger nach jeder Richtung, insbesondere in bezug auf die Ausdehnung, Beschaffenheit und Konfiguration des Revieres, auf die Arten des Wildes, dessen Eigenart, Verhalten und Bedürfnis und endlich auch eine genaue Personalkenntnis zu erwerben bemüht sein soll.

Die genaue Kenntnis der Grenzen, der Wege und Pfade, wie jener Orte, welche einen möglichst weiten Ausblick gewähren, wird den Revierdienst wesentlich unterstützen, während die genaueste Orientierung bezüglich der Bestandes- und Terrainverhältnisse und deren kundige Benutzung der Ausübung der Jagd wie des Schutzdienstes förderlich sind. Jeder Tritt, jede Spur, jeder Laut im Reviere fördern die nützlichen Erfahrungen, gleichwie ihm jede einfallende Neue eine Fülle anregender Neuigkeiten in Hieroglyphen bietet, die er rasch und sicher zu lösen imstande sein soll; auch möge der Jäger stets der Thatsache eingedenk sein, daß die weiße Schneedecke mit ihren Spuren und Fährten ein stummes, aber deutliches Zeugnis seiner Berufsfähigkeit und Tüchtigkeit bietet. Das Wohlwollen und die Achtung, welche sich der Jäger durch sein Verhalten erwirbt, die rastlose Wachsamkeit, welche er übelbeleumundeten Individuen der Umgegend fühlbar macht, werden manchen Frevel hindern oder entdecken helfen, welcher ansonst noch lange Zeit fortwuchern würde. Es ist jedenfalls ein schönerer Erfolg treu erfüllter Berufspflicht einen Frevel zu hindern, als ihn der Bestrafung zuzuführen.

Gilt es jedoch gewaltthätigen widerrechtlichen Eingriffen entgegen zu treten, dann mögen leidenschaftlose Besonnenheit und ruhiger energischer Mannesmut das Vorgehen des Jägers leiten. Er möge dann aber auch bedenken, daß die berechtigte Waffe niemals der Rachsucht oder rohen Blutgier dienstbar sein und nur im Falle der Notwehr gebraucht werden soll.

Die Furcht vor der energischen Wachsamkeit ist stets die beste Jagdpolizei. Der

Schutz, welchen der Jäger dem Wildstande angedeihen läßt, darf sich indes keineswegs nur darauf beschränken, Eingriffe von außen abzuwehren. Eine namhafte Zahl von Feinden aller Arten siedelt sich unberufen im Reviere an, welche die vollste Thätigkeit und Wachsamkeit des Jägers um so mehr in Anspruch nehmen, als dieselben mit hochentwickelten Sinnen ausgestattet, ihre Vernichtungswerke zumeist mit der äußersten Vorsicht ausüben: die Raubwildarten.

Der Kampf, welchen der Berufsjäger diesfalls zu bestehen hat, ist weder leicht noch mühelos zu nennen, und fordert als unerläßliche Vorbedingung des siegreichen Erfolges in erster Reihe eine erschöpfende Kenntnis der Lebensgewohnheiten der großen und kleinen — deshalb aber nicht minder gefährlichen Feinde, welche je nach ihrer Eigenart durchaus verschieden sind. Hier, wie auf anderen Gebieten, genügt ein theoretisches Wissen keineswegs zur Entfaltung einer erfolgreichen Wirksamkeit, und der Jäger darf kein Bemühen scheuen, um sich jene Sicherheit in der Beurteilung der sich darbietenden verdächtigen Merkmale, und jene Fertigkeit anzueignen, welche die praktische Handhabung des diesbezüglichen Wildschutzes und seiner Hilfswerkzeuge — der Fallen und Eisen — fordert.

Irrig und dem Wildschutze in hohem Maße abträglich ist die vielverbreitete Gewohnheit, nur den augenfälligen Gefahren zu begegnen und die sog. kleinen Feinde — als unwesentliche Schädiger nicht auch zu beachten. Der aufmerksame, gründlich forschende Blick des Jägers wird diesfalls bald die Ueberzeugung gewinnen, daß z. B. die Diebe — das Wiesel, die Elster und Nebelkrähe relativ dem Nutzwildstande weit mehr Schaden zufügen, als die gefürchteten Räuber wie der Fuchs, der Habicht und andere.

Für ein gänzliches Vertilgen des Raubzeuges indeß, welchem allenthalben und überlaut das Wort gesprochen wird, vermag ich mich weder zu erwärmen, noch für dasselbe einzustehen.

Der Jäger soll mit unermüdlichem Eifer die Verminderung des Raubwildes anstreben und demselben mit der Feuerwaffe, den Fallen und Eisen zu Leibe gehen, dies kann jedoch stets mit strenger Vermeidung unmenschlicher — nicht weidgerechter Roheit, deshalb aber nicht minder wirksam geschehen!

Die Vertilgung der ernährenden Mutter in jenem Falle, wo man außer Stande ist auch der hilflosen Nachkommenschaft habhaft zu werden, ist wahrlich keine Weidmannsthat, wohl aber eine Rohheit, und diese soll eben dem Jäger, der die Waffe trägt, unter allen Umständen fremd bleiben.

Es läßt sich wohl keine ziffermäßige Begrenzung für das Vorgehen des Jägers im Sinne des Vorgesagten bieten, der weidgerechte Revierverwalter wird sie indeß jederzeit selbst zu finden wissen und den Beweis liefern, daß auch dort ein guter Wildstand dauernd gehegt werden könne, wo nicht die Vertilgung, sondern weidgerechte Verminderung als Direktive herrscht.

Eine wichtige und in ihrer Handhabung folgenreiche Berufspflicht des Jägers ist es ferner, dem Wilde im Reviere in vollem Sinne eine Heimat zu bieten.

Rathschläge, welche den Jäger in der Erfüllung dieser wichtigen Berufspflicht in erprobter Weise unterstützen, wird der Abschnitt über „Wildhege" bieten. Ihre praktische, der Eigenart der lokalen Verhältnisse angepaßte Durchführung, wird das Wild vor der zwingenden Notwendigkeit bewahren, die Mittel fürs Dasein auswärts zu suchen, da es sie in seiner Heimat — im Reviere nicht findet.

Die diesfällige Außerachtlassung rechtzeitiger und zweckdienlicher Fürsorge ist wohl zumeist in erster Reihe die veranlassende Ursache der vom Wilde angerichteten Kulturschäden, und die Jägerei soll dessen stets eingedenk sein, daß eine relativ geringe Vorauslage zehnfach höhere Schäden verhütet.

Der Jägerberuf bietet — wie in gleichem Maße kaum ein anderer Gelegenheit, das

wunderbar harmonische und gesetzmäßige Walten im belebten Haushalt der Natur zu beobachten, und der Jäger wird imstande sein, der Wissenschaft und Forschung ein reiches Beobachtungsmaterial zu liefern, welches um so wertvoller zu nennen ist, da es ein durch Uebung geschärfter Blick und die läuternde klärende Erfahrung sammeln halfen.

Eine vielfach übersehene Standespflicht des Jägers ist es endlich auch, den Nachwuchs mit den reichen unschätzbaren Lehren der Erfahrung vertraut zu machen und jenen Korpsgeist zu erhalten, welchen die Jägergilde in gleicher Treue hochhalten möge, wie es unsere Vorväter gethan.

Einig in ihren Zielen mögen der Forst- und Weidmann das immer grüne Panier ihres ebenso schweren und gefahrvollen, als neidenswerten Berufes hochhalten für alle Zeit, — eines Berufes, welcher Männer im vollen Sinne für seine Reihen fordert und Jünger — die das Zeug haben, es zu werden.

III. Das Wild, seine Einteilung und dessen weidgerechte Terminologie.

§ 2. Die Lehrsätze des Weidwerkes, welche sich aus biologischen Beobachtungen und den geläuterten Erfahrungen von Jahrhunderten herausgebildet haben und von unseren Altmeistern überliefert wurden, haben im allgemeinen ihre Giltigkeit auch in der Gegenwart aufrecht erhalten.

Unhaltbar jedoch, weil willkürlich, ist die traditionelle Einteilung der verschiedenen Wildgattungen in zwei, bezw. in drei Klassen: In die hohe und niedere, oder in die hohe, mittlere und niedere Jagd, bezw. die Einbeziehung des Wildes in eine der vorbezeichneten Klassen, wie sie in den verschiedenen Staaten beliebt wurde.

Zeitgemäß und notwendig erscheint es demnach, eine Einteilung der Wildgattungen zu treffen, welche das Recht allgemeiner Annahme beanspruchen darf, indem sie sich einerseits auf naturhistorisch-biologische Momente und andererseits auf jene weidgerechten Grundregeln stützt, aus welchen die Art und Weise des Bejagens resultiert.

Es läge wohl der Gedanke nahe, die Epitheta „edel" und „unedel", welche schon unsere Altmeister den Wildgattungen neben der vorbezeichneten Einteilung in Rangstufen beilegten, für die neue Anordnung zu wählen, doch dürfte es schwer werden, dieselben von Fall zu Fall zu begründen.

Im Hinblick auf das Vorgesagte würde es sich diesfalls mehr empfehlen, dem realen vor dem idealen Standpunkte den Vorzug einzuräumen und die jagdbaren Tiere lediglich in zwei Klassen, in Nutz- und Raubwild einzuteilen [1]), während anderseits die Anwendung des weidgerechten Geschosses — Kugel oder Schrot — die Einreihung der Wildgattungen in die „hohe" oder „niedere" Jagd bedingt [2]). Die Einteilung der jagdbaren Tiere wäre im Sinne der vorangestellten Begründung folgende:

1) Es wäre wohl auch hier einzuwenden, daß der Begriff Raub- oder Nutzwild nicht präzise abgegrenzt werden kann, da manche Wildgattungen, wie z. B. der Dachs oder der Bussard in einzelnen Standorten mehr nützlich als schädlich sind und an anderen als Raubwild verfolgt werden müssen. Für jenen wird das Gebiß, für diesen Schnabelbau und Fang die richtige Einreihung indeß unschwer ergeben. D. V.

2) Jene Wildgattungen, wie das Reh, der Schwan, die Trappe, welchen in der Regel die Kugel gebührt, die jedoch wohl auch mit Schrot erlegt werden, wären der hohen Jagd beizuzählen.

A. Nutzwild.

1. Haarwild.

Edelwild	h. J.	Schafwild	h. J.
Damwild	" "	Schwarzwild	" "
Elchwild	" "	Biber	n. J.
Rehwild	" "	Murmeltier	" "
Gemswild	" "	Hase	" "
Steinwild	" "	Kaninchen	" "

2. Federwild.

Schwan	h. J.	Rebhuhn	n. J.
Trappe	" "	Wachtel	" "
Kranich	" "	Wildtauben	" "
Auerhuhn	" "	Drosseln	" "
Birkhuhn	n. J.	Regenpfeifer	" "
Haselhuhn	" "	Wasserhühner	" "
Fasan	" "	Schnepfen	" "
Schneehühner	" "	Wildgänse	" "
Steinhühner	" "	Wildente	" "

Säger . . . . . . n. J.

B. Raubwild.

1. Haarwild.

Bär	h. J.	Baummarder	n. J.
Wolf	" "	Steinmarder	" "
Luchs	" "	Fischotter	" "
Fuchs	n. J.	Sumpfotter	" "
Wildkatze	" "	Iltis	" "
Dachs	" "	Wiesel	" "

2. Federwild.

Geier	h. J.	Habichte	n. J.
Adler	" "	Bussarde	" "
Milane	n. J.	Eulen	" "
Weihen	" "	Raben	" "
Falken	" "	Störche	" "

Reiher . . . n. J. (sofern sie nicht gebeizt werden).

In Deutschland und Oesterreich galt bis nun folgende Einteilung:

A. Hohe Jagd.

Haarwild	Edelwild (Hochrotwild)	edel.
	Rehwild (Nieder-Rotwild)	
	Damwild	
	Gemsen	
	Schwarzwild	halbedel.
	Raubwild:	
	Bär, Wolf und Luchs	unedel.

Gruppe	Wildart	Einteilung
Federwild	Schwäne	edel.
	Trappen	
	Kraniche	
	Auergeflügel	
	Birkgeflügel	
	Fasanen	
	Haselwild	
	Gr. Brachvögel	
Raubvögel	Reiher und alles Federspiel	edel mit Rücksicht auf Jagd und Beize.
	Adler	
	Uhu	
	Falken	
	Habichte	
	Sperber	

B. Niedere Jagd.

Gruppe	Wildart	Einteilung
Haarwild	Biber	edel.
	Murmeltiere	
	Hasen	
	Kaninchen	
	Eichhörnchen	
Raubtiere	Füchse	unedel.
	Wildkatzen	
	Dachse	
	Fischotter	
	Marder	
	Iltis	
	Wiesel	
Federwild	Waldschnepfen	edel.
	Sumpfschnepfen	
	Rebhühner	
	Wildgänse	
	Wildenten	
	Stein- und Schneehühner	
	Wasserhühner	
	Wildtauben	
	Kibitze	
	Wachteln	
	Wiesenschnärrer	
	Halbvögel	
	Kleine Brachvögel	
Raubvögel	Bussarde	unedel.
	Eulen	
	Weihen	
	Raben	
	Krähen	
	Elstern	
	Heher	

In jenen Staaten, wo die Dreiteilung der Jagdtiere eingeführt war, zählte man zur Mitteljagd folgende Wildgattungen:

Rehwild.	Birkgeflügel.
Schwarzwild.	Haselhühner.
Wölfe.	Große Brachvögel.

A. Nutzwild: I. Haarwild.

a. Die Hirsche. Cervina. Ordnung Paarhufer Articodactyla. Unt. Ord. der Wiederkauer, ruminantia.

§ 3. 1. Das Edelwild, Rot- oder Hochrotwild — Cervus elaphus L. — Das Edelwild brunftet (begattet sich) im Monate September und die Brunft dauert 5—6 Wochen.

Das Edeltier wird vom Hirsch bestiegen und beschlagen und trägt die Leibesfrucht durch 40 Wochen hochbeschlagen. Das Kalb wird im Mai oder Juni gesetzt und als Hirschkalb m. oder als Wildkalb w. angesprochen.

Das Hirschkalb beginnt durchschnittlich im Alter von acht Monaten mit dem Aufbau der Geweihbasis, den knochigen Fortsätzen der Stirnbeine, welche weidgerecht Rosenstöcke genannt werden.

Aus den Rosenstöcken beginnen durch gipfelnde Auflagerung des, aus ersteren emporquellenden plastischen Serums und Ablagerungen aus den Gefäßnetzen des Periosteums unter dem Schutze eines weichbehaarten Häutchens, dem Bast, die Erstlingsgeweihe — glatte, mit einer knorrigen, wulstigen Basis gezierte Stangen emporzuwachsen, welche Spieße genannt werden.

Der Schmalspießer fegt die Stangen im Spätsommer oder zu Beginn des Herbstes vom Bast, sobald dieselben ausgebaut — verreckt sind.

Die Hirsche tragen annuellen Hauptschmuck — das Geweih, bezw. Gehörn, welches sie im Frühjahre abwerfen und sofort wieder durch ein neues, meist stärkeres Gebilde ersetzen. Die Hirsche setzen ein Geweih auf, bezw. sie verrecken es.

Im Monate Mai des dritten Lebensjahres verreckt der Spießer oder Spießhirsch sein zweites Geweih, welches sich unter dem Einflusse der Vererbung, individueller Disposition und der tellurisch-klimatischen Einwirkungen des Standortes als Spießergeweih in verstärkten Dimensionen, als Gabelgeweih oder aber als geringes Sechser-Geweih darstellt.

Die Geweihstangen zweigen in Sprossen und Enden ab und die doppelte Zahl dieser Abzweigungen je einer Stange bezeichnet die Endenzahl, die der Hirsch trägt. Tragen die beiden Stangen des Geweihes die gleiche giltige Endenzahl, dann wird dasselbe als ein gerades angesprochen, trägt jedoch eine der Stangen mehr Enden, dann nennt man es ungerad und spricht das Geweih nach der doppelten Endenzahl derselben an. Als giltig wird ein Ende angesprochen, wenn es soweit verreckt ist, daß man die Hornfessel daran hängen kann. Auf der zweiten Stufe verreckt der Hirsch lediglich je eine Abzweigung oberhalb der Rose, welche als Augsproß, das Geweih aber als Gabelgeweih angesprochen wird. Wenn zwischen dem Augsproß jener vorbezeichneten Abzweigung der zweiten Stufe und dem Gipfelende ein Mittelsproß verreckt wird (dritte Stufe dann wird das Geweih als ein sechsendiges angesprochen.

Auf der vierten Geweihstufe verreckt der Hirsch je vier Enden, d. h. die Stange zweigt ober der Rose einen verlängerten Augsproß, über diesem einen Mittelsproß ab und gabelt in gabelförmigen Enden. Ein solches Geweih wird als achtendig angesprochen. Auf der fünften Geweihstufe setzt der Hirsch entweder dicht ober dem Augsproß und parallel mit diesem ein Ende auf oder aber verreckt er den Gipfel der Stange in drei Enden. Das ober dem Augsproß ausgestaltete Ende wird weidgerecht als Eissproß, die Bildung

von drei Gipfelenden als einfache Krone und das Geweih als ein zehnendiges angesprochen.

Die sechste — die letzte normale Stufe der Geweihbildung — zeigt den Zuwachs eines weiteren Endes an den Stangen, welches, wenn der Hirsch auf der fünften Stufe bereits den Eissproß verreckt hat, als drittes Ende am Gipfel abzweigt, oder wenn dies auf der fünften Stufe geschah, meist als Eissproß verreckt wird. Hirsche, welche, was ausnahmsweise geschieht, keinen Eissproß verrecken, setzen auf der sechsten Geweihstufe am Gipfel doppelte Gabeln, d. h. vier Enden in der Krone auf.

Unter dem Einflusse günstiger tellurisch-klimatischer Verhältnisse, jenem der Vererbung und der individuellen Disposition erreicht der Hirsch auch nicht selten höhere Geweihstufen und verreckt 14—16 und mehr Enden

Eine genaue und komparative Untersuchung solcher Geweihe wird indeß — das Vorgesetzte argumentierend — stets den Nachweis liefern, daß sich in den architektonischen Linien und Ausladungen der Krone keineswegs eine gleichmäßige und gesetzmäßige Grundform, wohl aber und ausschließlich deutliche Merkmale der Vererbung und namentlich der Individualpotenz geltend machen.

Auf jener Altersstufe angelangt, welche eine Abnahme der Produktivkräfte bedingt, verreckt der Edelhirsch die Enden seiner Stangen, sowohl in geringerer Zahl, als auch in zunehmend abgestumpfter rudimentärer Form — und man nennt dies weidgerecht: „Zurücksetzen".

In durchaus eigenartiger, physiologisch hochinteressanter Weise vollzieht sich bei den Hirscharten der Prozeß des Aufsetzens und des Abwerfens der Geweihe [3]).

Die Stirnbeine — ossa frontis, und die im ersten Lebensjahre aus denselben emporwachsenden Geweihstangen-Träger — die Rosenstöcke — erleiden periodisch eine auffällige Veränderung ihrer Struktur, welche sich aus einem von Ernährungssäften strotzenden Zellengewebe in alljährlicher Wiederholung in feste Knochenmasse verwandelt, bezw. verdichtet.

Beim Hirschkalbe zeigt die Stirne im 7.—8. Monate eine, auch schon äußerlich wahrnehmbare Veränderung. Die Stirnbeine beginnen sich zu wölben und die Basis der Stangen — die Rosenstöcke — zu bilden, welche von der Kopfhaut, gleich den übrigen Teilen des Hauptes bedeckt sind.

Die Schädelknochen erweisen in dieser Periode eine bedeutende Auflockerung, das Zellengewebe der Stirnbeine ist mit Ernährungssäften infiltriert und die Rosenstöcke stellen sich in der Periode des Wachstums als eine weiche, knorpelige, von Saftkanälchen durchzogene Masse dar.

In den folgenden Stadien des Wachstums der Geweihbasis, welche in etwa 4—6 Wochen vollzogen ist, erhärtet, bezw. verdichtet sich die Peripherie derselben infolge allmählicher Verkalkung, während das innere Zellengewebe unverändert die Zufuhr von Ernährungssäften bis zur Vollendung der Geweihstangen vermittelt.

Mit den heranwachsenden Rosenstöcken dehnt sich zugleich die Stirnhaut, welche sie schützend bedeckt, ohne jedoch ihre den übrigen Teilen des Hauptes konforme Struktur und Behaarung zu verändern. Eine wesentliche Veränderung erweist dieselbe jedoch in jener Phase, in welcher die Rosenstöcke ihr Wachstum vollendet haben und der Aufbau der Stangen beginnt. In deutlich wahrnehmbarer Abgrenzung erscheint sie mit kurzem, sammtartig weichem, blaugrau gefärbtem Haar bewachsen und bedeckt — Bast genannt — die Stangen, bis sie völlig verreckt sind.

3) Siehe „Die Geweihbildung der europäischen Hirscharten" mit besonderer Berücksichtigung anatomischer, physiologischer, pathologischer und pathogenischer Momente des Verfassers. Wien 1885. Verlag v. K. Gerolds Sohn, mit 40 Tafeln n. Orig.-Zeichnungen.

Die bis nun geltende Lehre, welcher zu folge der Aufbau der Stangen lediglich durch die Gefäßnetze des Periosteums erfolgte, muß ich auf Grund eigener und eingehender Forschung als irrig bezeichnen.

Der Aufbau der Stangen vollzieht sich einerseits durch gipfelnde Auflagerung des plastischen Serums — bezw. durch Exsudation aus den Säftekanälchen, welche die Rosenstöcke senkrecht durchziehen, und anderseits peripherisch durch die Gefäßnetze des Periosteums.

Durch das energische Nachdrängen der Säfte erscheint der Gipfel der heranwachsenden Kolben bis zum vollen Verrecken der Stangen merklich geschwellt. Sobald der Aufbau der Stangen die normale, d. h. die, durch die Altersstufe und die individuellen Produktionskräfte bedingte Höhe erreicht hat, erlischt die Funktion der Basthaut. Dieselbe erlischt stufenweise und, wie dies nach dem Vorgesagten selbstverständlich ist, von der Rose nach aufwärts.

Sobald die Peripherie der Stange unter dem Schutze der Basthaut gebildet ist, trocknen die Gefäßnetze der letzteren mit Ausnahme der in den Rillen der Stangenperipherie eingebetteten Haupstränge ein, und dieser Prozeß setzt sich bis zum vollen Aufbau der Stangen fort.

Der nun gänzlich eingetrocknete Bast, welcher seine naturgesetzliche Funktion vollendet hat, wird vom Hirsch abgefegt, indem derselbe die Stangen am schwächeren Gehölz abreibt. Hie und da bleibt in den tieferen Rillen, welche die Stangen der Länge nach furchen, ein Teil der Hauptstränge des peripherischen Gefäßnetzes noch mit Ernährungssäften infiltriert und dies ist die Ursache, daß frisch gefegte Stangen scheinbar schweißen.

Die lichte Farbe der vom Bast gefegten Stangen dunkelt nun unter dem Einflusse der Atmosphäre und der Baumsäfte, mit welchen sie in Berührung kommen, rasch nach, während sich die poröse Oberfläche verdichtet und an den Perlen und Enden gleichsam poliert erscheint.

Die Lehre: das Geweih sei als reif anzusprechen, sobald dasselbe vom Bast gefegt ist, muß ich gleichfalls als irrig bezeichnen, da meine diesbezüglichen Untersuchungen das Gegenteil erwiesen haben.

Während die Peripherie der Stangen — gleichsam die Rinde derselben — stufenweise von der Rose nach aufwärts erhärtet, vollzieht sich die Verdichtung im Inneren der Stangen vom Gipfel nach abwärts. Sobald nämlich die Geweihstange die volle Höhe erreicht hat, und die Verkalkung ihrer Peripherie bis zum Gipfelende gediehen ist, beginnt die Stauung, allmähliche Verdickung und Verkalkung der Säfte nun erst in den, im Innern der Stange angeordneten Kanälchen. Diese stufenweise Verdichtung der inneren Teile der Stange, welche sich während und nach dem Fegen vollzieht, ist vor Beginn der Brunst, während welcher der annuelle Hauptschmuck die Schutz- und Trutzwaffe im Kampfe um die Gattenrechte bildet — vollendet, und nun erst ist das Geweih als reif anzusprechen.

Bald nach der Brunst beginnt der kariöse Prozeß des Abwerfens der Stangen mit der Bildung der Demarkationslinie dicht unterhalb der Rose. Dieser Resorptionssinus, welcher sich im Beginne als eine fadendünne graue Linie darstellt, vertieft sich allmählich nach Innen, bis endlich die Stange von ihrer gelockerten Basis abfällt, welcher Vorgang durch die seitlich geneigte Form der Stangen — die Auslage — und durch deren spezifische Schwere gefördert wird.

Die Abwurffläche des Rosenstockes, welche sich als eine rauhe körnige Bruchfläche darstellt, erleidet schon nach wenigen Tagen eine wesentliche Veränderung.

Bereits in der letzten Periode des Abwurfprozesses erweisen sich die Rosenstöcke in ihrer Struktur gelockert und gleich den Gefäßnetzen des Periosteums von emporddrängenden Ernährungssäften infiltriert, und dicht unterhalb der künftigen Abwurffläche wird am Rosenstocke eine ringförmige Anschwellung deutlich bemerkbar. Bei dem nun folgenden

Abbruch der Stange werden die Saftkanälchen des Rosenstockes bloßgelegt, und es erfolgt eine Exsudation — eine gipfelnde Auflagerung des plastischen Serums auf der Abwurffläche, während gleichzeitig die vorangeführte ringförmige Anschwellung die Ränder der ersteren überwallt. Das Exsudat bedeckt sich mit einem dünnen, schon nach wenigen Tagen fein behaarten Häutchen — dem Bast — und es vollzieht sich nun der Aufbau der Stangen in der eingangs beschriebenen Weise.

Die Beziehungen der Geweihe zu den Zeugungsteilen sind nicht nur funktionelle, sondern auch physiologische. Sie reflektieren in ihrer Bildung in drastischer Weise Verletzungen an den Zeugungsteilen und auch solche an den übrigen Körperteilen, namentlich dann, wenn selbe Knochenbrüche oder Splitterungen zur Folge haben.

Sind solche Verletzungen einseitige, dann wird sich jederzeit die Mißbildung der Geweihstangen in diagonaler Richtung bemerkbar machen. Ist z. B. der linke Hoden verletzt oder der rechte Hinterlaufknochen infolge eines Schusses zerschmettert, dann wird der Hirsch im ersteren Falle die rechte Stange, im anderen die linke Stange widersinnig verrecken. Die gleichen Wirkungen haben Kastrationen zur Folge, und wenn eine solche z. B. am Hirschkalbe zur Zeit ausgeführt wird, wo dasselbe noch keine Stangen verreckt, dann wird ein solcher Kastrat für seine ganze Lebenszeit geweihlos bleiben.

Das weibliche Kalb — Wildkalb — Tierkalb, wird nach vollendetem ersten Lebensjahre als Schmaltier angesprochen und behält diese Bezeichnung, bis es vom Hirsch beschlagen wurde.

Das Edelwild hat Gehöre, Lauscher, Loser, nicht Ohren, nicht Augen, sondern Lichter, einen Graser (Maul), einen Lecker (Zunge), einen Windfang (Nase), einen Wedel (Schwanz). Die lichte Behaarung, welche das Weidloch an den Keulen umgibt, wird Spiegel, das männliche Glied Brunstrute, die verlängerten Haare an der Scheide derselben werden als Pinsel, die Hoden als Kurzwildpret, das weibliche Glied endlich wird als Feuchtblatt, das Euter als Gesäuge weidgerecht angesprochen.

Das Unschlitt wird Feist oder Weiß, das Fell Decke oder Haut genannt.

Das Edelwild äugt, es sichert, wenn es die Hilfe des Gehöres, es wittert, wenn es jene des Geruchsinnes in Anspruch nimmt. Es verhofft, wenn es äugend, sichernd und witternd seine Umgebung prüft; es äset, wenn es Nahrung — Aesung aufnimmt. Es thut sich nieder, um zu ruhen, der Ruheplatz wird Bett genannt, und es wird hoch, wenn es sich aus demselben erhebt, um fortzutreten oder zu trollen.

Tritt wird der Eindruck eines Laufes (Fußes), Fährte werden die Eindrücke genannt, welche die Schalen der Läufe (Hufe) am Boden prägen. Die Afterschalen werden Geäfter oder Oberrücken genannt. Das Edelwild färbt, wenn es sich im Frühjahr und Herbste härt, der Haarwechsel heißt das Verfärben, die Färbezeit. Die Zahnbildung des Edelwildes ist jener der übrigen Wiederkäuer konform und stellt sich wie folgt dar:

$$\text{V.}\ \frac{0}{8}\ \text{E.}\ \frac{1}{0}\ \text{B.}\ \frac{6}{6} = 34.$$

Die eigentümlich geformten, im Oberkiefer eingebetteten Eckzähne werden Hacken oder Grandlen genannt.

Das Fleisch des Edelwildes wird gleich jenem aller übrigen Nutzwildgattungen als — Wildpret — das Blut als Schweiß, als Geräusch, Lunze werden die edlen Eingeweide, die vom Netz umschlossenen Gedärme als Gescheide weidgerecht angesprochen.

Das Edelwild schreckt, schmält, wenn es vor Ungewöhnlichem scheuend, einen rauhen, plärrenden Ton ausstößt. Der Edelhirsch schreit, röhrt, wenn er seinen Brunstruf vernehmen läßt. Rose nennt man den Kranz rundlicher Erhabenheiten — der Perlen — welche die Basis der Stangen umgeben. Kolben nennt man die im Bildungs-

prozeß befindlichen Stangen des Edelhirsches, Augsproß das erste, Eissproß das dicht ober dem ersteren und mit diesem parallel abzweigende Ende, Mittelsproß jenes aus der Mitte der Stange verreckte Ende. Die Abzweigungen am Gipfel der Stange werden Enden und die Vereinigung von drei oder mehr Enden — die Krone genannt. Man unterscheidet die einfache Krone, welche aus drei, die Gabelkrone, welche aus zwei Doppel-Gabelenden, die Handkrone, welche aus fünf und die Doppelkrone, welche aus sechs Enden besteht.

Hauptbirsche verrecken unter günstigen Verhältnissen auch noch mehr Enden, auch gabeln bei solchen zuweilen die Mittel-, ja selbst, wiewohl seltener, auch die Eis- und Augsprossen. Alte Hirsche verflachen auch die Krone mit meist kurz und stumpfverreckten Enden und es werden diese als Schaufelkrone angesprochen.

Kümmerer in weiterem Sinne bezeichnet das Wild in herabgekommenem Zustande, während es im engeren Sinne die Mißbildung am annuellen Hauptschmuck — den Geweihen — bedeutet, welche als Konsequenz schwerer Verletzungen überhaupt anzusehen sind.

Widersinnig oder monströs nennt man jene abnorm verreckten Geweihe, welche in ihrem Bau ohne konstatierbare Ursache und zumeist infolge von Ueberproduktion eines vollkräftigen Organismus von den normalen Formen abweichen.

Beihirsche nennt man die geringeren Konkurrenten des Platzhirsches um die Gattenrechte, welche dieselben, da sie einen Kampf nicht wagen, meist nur dann auszuüben im stande sind, wenn sie günstige Augenblicke zur Werbung zu benützen Gelegenheit finden.

Farbvarietäten kommen beim Edelwilde selten vor, abgesehen von helleren und dunkleren Schattierungen, deren Ursache in erster Reihe in der Eigenart der Standortsverhältnisse zu suchen sein dürfte. Das weiße Edelwild pflanzt sich in vereinzelten Stämmen fort, desgleichen das Bläßwild, welches sich durch einen rundlichen weißen Fleck an der Stirne auszeichnet.

Zeichnen nennt man jene charakteristischen Bewegungen des beschossenen Wildes, welche das Einschlagen der Kugel zur Folge hat. Angeschweißt wird das von der Kugel getroffene Wild genannt.

Das Wild stürzt im Feuer, es bricht verendend zusammen, wenn es von tötlichem Schusse getroffen wurde, es geht ein, wenn es durch Siechtum oder Krankheit zu grunde geht.

Das Edelwild wird zerwirkt, indem man dem erlegten Stücke die Haut abzieht, um es zu zerlegen und der Nutzung zuzuführen.

2. **Das Damwild.** Cervus Dama. Ordnung und Unter-Ordnung gleich dem Edelwilde.

Das männliche Tier wird als Damhirsch, das weibliche als Damtier angesprochen, die Kälber werden gleich jenen des Edelwildes Hirsch- und Tier- oder Wildkalb genannt.

Die Brunst des Damwildes fällt in die zweite Hälfte des Monats Oktober und währt durch vier Wochen.

Das Damtier geht acht Monate hochbeschlagen und setzt ein, nicht selten zwei Kälber.

Das Damwild kommt in drei Farbenvarietäten vor, welche sich konstant vererben, und zwar:

1. Das rote Damwild (Sommerkleid). Decke am Halse und an den Flanken rotbraun, mit rundlichen weißen Flecken besäet; Läufe und Unterseite des Leibes lichter gefärbt, Spiegel gelblich weiß. Das Winterkleid graubraun ohne Flecken.

2. Die schwarze Varietät ist dunkelgrau, an der Unterseite des Leibes und der Innenseite der Keulen lichter gefärbt, und behält diese Farbe das ganze Jahr hindurch unverändert.

3. Das weiße Damwild behält die mattweiße Haarfarbe gleichfalls unverändert bei.

Im achten Lebensmonat zeigen sich an der Stirne des Hirschkalbes die ersten Merkmale der Geweihbildung, die seitlich geneigten Rosenstöcke, und wenige Wochen später verreckt der Schmalspießer sein Erstlingsgeweih — kurze, an der Basis mit wulstigen Erhabenheiten gezierte Spieße.

Auf der zweiten Geweihstufe verreckt der Spießer zumeist auch nur Spieße mit rudimentärer Bildung der Augsprossen, während er auf der dritten Stufe neben dem Mittelsproß und dem Augsproß den Gipfel der Stange merklich flach entwickelt.

Das Damhirschgeweih der vierten Stufe zeigt am Gipfel bereits die charakteristische Schaufelbildung, welche sich dann in den folgenden Jahren bedeutend entwickelt. Das Geweih des Damhirsches wird nicht wie jenes der Edelhirsche nach der Endenzahl, sondern als Spießer, Löffler, geringer oder angehender und als braver oder Hauptschaufler angesprochen.

Der Bildungs- und Abwurfprozeß der Geweihe vollzieht sich in derselben Weise wie beim Edelhirsche.

Die in dem vorangestellten Abschnitte verzeichneten weidmännischen Ausdrücke gelten auch beim Damwilde.

3. **Das Elen- oder Elchwild.** Cervus Alces. O. und U. O. wie beim Edelwilde.

Das männliche Tier wird als Elen- oder Elchhirsch, das weibliche als Elchtier — Elentier weidgerecht angesprochen. Die Farbe des Elchwildes ist im Sommer fahl dunkelbraun, im Winter graubraun, während die Unterseite des Leibes und der Läufe zu jeder Jahreszeit die matt hellgraue Färbung beibehalten.

Die Brunst des Elchwildes beginnt in der zweiten Hälfte des Monates August und dauert sechs Wochen. Das Edeltier setzt nach 40 Wochen meist zwei Kälber, junge Tiere bringen in der ersten Tragzeit in der Regel nur ein Kalb. Im Beginne des zweiten Lebensjahres beginnt das Elch irschkalb mit dem Aufbau seines Erstlingsgeweihes, welches in Form von Spiesen in seitlich geneigter Auslage verreckt wird. Der Prozeß des Aufbaues und Abwurfes vollzieht sich wie beim Edelwilde, und die Bezeichnungen der Geweihstufen sind dieselben, welche in dem voranstehenden Abschnitte beim Damhirsche angeführt erscheinen.

4. **Das Reh,** Cervus capreolus. O. und U. O., wie beim Edelwilde. Rehbock bezeichnet das männliche, Ricke oder Rehgais das weibliche Tier dieser zierlichen und edlen Wildgattung; die Jungen werden Rehkälber oder Kitze und mit Rücksicht auf die geschlechtliche Unterscheidung Kitzbock und Kitzgais genannt.

Die Brunst des Rehwildes beginnt in der zweiten Hälfte des Monates Juli und endet mit Ablauf des folgenden Monates.

Nur diese und nicht die in den Monat Dezember fallende Afterbrunst, deren naturgesetzlicher Zweck noch ein ungelöstes Rätsel bildet, ist als die Begattungsperiode anzusehen, da nur zu dieser Zeit der Rehbock fruchtbaren, von Spermatozoen belebten Samen und die Ricke reife Eier trägt.

Die Tragzeit der Ricke währt 40 Wochen, nach deren Verlauf dieselbe ein, meist zwei Kitze setzt.

Der Rehbock setzt gleich den übrigen Hirscharten den annuellen Hauptschmuck, ein Gehörn, auf, er verreckt, fegt es und wirft es ab. Im fünften Monate beginnt der Rehbock mit dem Aufbau der Gehörnbasis, den Rosenstöcken, und verreckt in den letzten Monaten des ersten Lebensjahres geringe mit vereinzelten kleinen Perlen gezierte Spießchen — sein Erstlingsgehörn, welches er im folgenden Vorwinter abwirft.

Auf der zweiten Gehörnstufe verreckt der Rehbock ein Gabelgehörn, indem sich aus der Stange ein Sproß nach vorn und in stumpfem Winkel nach aufwärts abzweigt. An der Basis des Gehörnes zeigen sich die Perlen bereits dichter gereiht und wird der nun ziemlich geschlossene Kranz derselben als Rose angesprochen.

Auf der dritten Stufe entwickelt der Rehbock Stangen mit je drei Enden bezw. Sprossen, indem zu dem bereits auf der Gablerstufe verreckten vorderen Sproß noch ein oberhalb dieses nach rückwärts gestelltes Ende abzweigt. Der Rehbock hat die Sechserstufe erreicht, und wird von da ab als Sechserbock, später als braver oder kapitaler Bock angesprochen.

Der Rehbock reflektiert jedweden Einfluß der eigenen körperlichen Organisation und Disposition, wie jene des Standortes in der Gestaltung seiner Gehörne in höchst auffälliger Weise und verreckt weit häufiger als die übrigen Hirscharten widersinnige, von der normalen Form abweichende Bildungen.

Als eine der interessantesten Mißbildungen am Gehörne des Rehbocks ist die sog. Perückenbildung hervorzuheben, welche infolge von Verletzungen am Kurzwildpret aufzutreten pflegt. Die Auflagerungen des plastischen Serums erfolgen in solchem Falle in überreichem Maße in monströsen Formen und werden nicht gefegt. Einzelne Teile verkalken bezw. erhärten wohl und stellen sich als ein poröses, brüchiges mißfarbiges Gebilde dar, während der Nachschub der Säfte den vorbeschriebenen Grad der Notreife nicht erreicht. Diese gallertartige Substanz übergeht allmählich in Eiterung und Fäulnis und der kümmernde Rehbock wird endlich ein Opfer dieser eigenartigen Ueberproduktion seines Hauptschmuckes.

Farbenvarietäten kommen auch beim Rehwilde nur vereinzelt vor.

Die Hirscharten unserer heimischen Reviere unterliegen innerlichen Krankheiten nur in seltenen Fällen, soferne denselben der Standort bietet, was zu ihrem Gedeihen notwendig ist. Sind jedoch ungünstige Verhältnisse — wie stete Beunruhigung durch Weidevieh, herrenlose Hunde, mangelhafte Aesung — am Standorte vorherrschend, dann werden sich wohl pernitiöse Krankheiten der Respirationsorgane, der Leber und Milz einstellen. — Eine rationelle Wildhege bietet indeß wirksame Schutzmittel gegen diese Gefahren. In hohem Maße aber haben Wildgattungen durch die Belästigung der Bremen zu leiden, deren folgende drei Arten dem Wilde mannigfache Leiden verursachen und unter Umständen selbst den Tod zur Folge haben.

Die Hautbreme — Hypoderma — legt im Hochsommer ihre Eier zwischen das Haar des Wildes. Die aus dem Ei schlüpfenden Maden dringen durch Einbohren nächst der Haarwurzel unter die Haut, wo man dieselben bereits im Spätherbste lose zwischen dieser und dem Wildpret vorfindet.

Nach Vollzug der ersten Häutung erhält die Larve einen Besatz von Hautdornen, welche in der Umgebung ihres Sitzes einen entzündlichen Reiz hervorrufen. Es bilden sich infolge dessen Pusteln, über welchen das Haar farblos und struppig wird. In dieser Einbettung, welche durch eintretende Eiterung die Haut durchbricht, lebt die Larve noch etwa 12 Wochen, fällt endlich aus und erhärtet zu einer Tonnenpuppe in der Form einer kleinen Bohne. Nach etwa vier Wochen ist auch diese Metamorphose vollendet und die Dasselfliege durchbricht ihre Hülle.

Die Nasen- und Rachenbremen — Cephenomya rufibarbis und Pharyngomia picta, deren Larven gesellschaftlich im Rachen und den Nasenhöhlen hausen, sind noch weit lästigere und auch gefährlichere Parasiten.

Diese Oestriden umschwirren im Mai und anfangs Juni um die Mittagszeit den Kopf des Wildes. Während die Fliege lautlos und blitzschnell kreist, verfolgt sie das Wild ängstlich und aufmerksam mit dem Blicke, schließt krampfhaft schnaufend die Nüstern und stampft unwillig mit den Vorderläufen. Plötzlich stürzt die Fliege gegen den Windfang (die Nase), legt dort ohne sich festzusetzen, einen Tropfen mit lebenden Maden ab und wiederholt dies mehrmals.

Das Wild ahnt die Gefahr instinktiv, beginnt infolge des plötzlich ausgeübten Reizes

heftig zu nießen, den Windfang an den Vorderläufen heftig zu reiben und ergreift endlich die Flucht. Anfangs leben diese Maden in der Nasenhöhle, später in der Rachenhöhle, wo sie katarrhalische Affektionen und auch heftige Entzündungen verursachen.

b. Cavicornia.

Das Gemswild. Capella rupicapra.

§ 4. Das Gemswild beiderlei Geschlechtes trägt hohle nicht abwerfbare an der Spitze nach hinten und abwärts gebogene walzenförmige Hörner von schwarzer Farbe, welche weidgerecht Krükel genannt werden.

Das Männchen wird als Gemsbock, das Weibchen als Gemsgais und die Jungen werden als Kitze angesprochen.

Die Brunst des Gemswildes fällt in die Monate November und Dezember, und die Gais setzt nach einer Tragzeit von 21 Wochen ein, zuweilen zwei Kitze, welche schon im folgenden Jahre fortpflanzungsfähig werden.

Die Gemse bewohnt das Hochgebirge, liebt ruhige Standorte und wählt dieselben demgemäß in der Region der Legföhre und im schroffen Kahlgebirge über derselben. In der rauheren Jahreszeit sucht sie die sonnigeren Lagen auf und zieht auch thalwärts in die Region des Hochwaldes. Das Gemswild lebt gesellig und vereint sich zu Rudeln von 10 und mehr Stücken, während die alten Böcke, Laubböcke, Einsiedler oder Stoßböcke genannt, einsame Standorte wählen und sich lediglich während der Brunst zu den Rudeln gesellen, wo sie eifersüchtig und hartnäckig um die Gattenrechte kämpfen.

Das Steinwild, Capra Ibex.

Dieses Wild, welches seit einem Jahrhundert aus dem deutschen Alpengebiete verdrängt, erst in neuester Zeit wieder angesiedelt wurde, teilt den Aufenthalt und auch die wesentlichsten Lebensgewohnheiten mit der Gemse.

Das Männchen wird als Steinbock, das Weibchen als Steingeiß weidgerecht angesprochen. Beide Geschlechter tragen Hörner, welche nach rückwärts gebogen, seitlich zusammengedrückt und mit knotigen Absätzen geziert sind — von braun-grauer Farbe —. Die Hörner alter Steinböcke erreichen eine Länge bis zu einem Meter, jene der Geißen sind etwa um zwei Dritteile geringer.

Die Brunst des Steinbockes fällt in den Monat Januar und die Steingeiß setzt nach einer Tragzeit von 21 Wochen ein Kitz, welches schon in den ersten Lebensstunden der sorgsamen Mutter folgt.

Bastarde von Hausziegen und Steinböcken kommen nicht selten vor und sind erfahrungsgemäß fortpflanzungsfähig.

Das Schafwild—Mufflon, Ovis musimon.

Dieses in den hohen Gebirgen der Insel Korsika und Sardinien heimische, gegenwärtig auch in einigen Wildgehegen Mitteleuropas erfolgreich angesiedelte Wildschaf gehört derselben Ordnung und Familie an, wie die beiden vorgenannten Wildgattungen.

Das Männchen wird als Widder, das Weibchen als Schaf weidgerecht angesprochen.

Der Widder trägt Hörner, welche jenen des Hausschafes ähnlich sind, das Schaf entbehrt derselben.

Die Brunst dieses Wildschafes fällt in die Monate November und Dezember, und das Schaf setzt im April 1—2 Lämmer.

Das Wildschwein, Schwarzwild, Sus scroffa.

Dieser einzige in Europa vorkommende Repräsentant aus der Ordnung der Dickhäuter, ist den Nichtwiederkäuern — non ruminantia — beizuzählen.

Das Schwarzwild rauscht, indem es sich begattet, und diese in die Monate November und Dezember fallende Zeitperiode wird die Rauschzeit genannt.

Das weibliche Schwein — weidgerecht Bache genannt — frischt im April oder

Mai ihre Jungen, junge Bachen 4—8, alte 8—12, welche als Frischlinge angesprochen werden. Nach zurückgelegtem Alter von 6 Monaten bis in das zweite Lebensjahr werden dieselben Ueberläufer und von da ab, und zwar die männlichen 2, 3, 4jährige Keiler oder Bacher, später Hauptschwein und hauendes Schwein, das weibliche Tier Bache oder Bachin genannt.

Das Schwein bricht, indem es die Erde mit dem Gebreche (dem Rüssel) aufwühlt. Gebreche nennt man die aufgewühlte Stelle.

Die Eckzähne des männlichen Wildschweines heißen Gewehre, jene der Bachen, welche bedeutend geringer entwickelt sind, Haken. Als Schild werden die Blätter am Rumpfe älterer Schweine angesprochen, welche durch häufiges Reiben an Nadelhölzern mit einer dicken Schicht von Harz bedeckt sind.

Der Keiler schlägt seinen Gegner mit den Gewehren, indem er ihn verwundet, nachdem er ihn angenommen. Die Vereinigung mehrerer Sauen wird als Rotte oder als Rudel angesprochen. Die einzelne Sau bezieht ein Lager, die Rotte einen Kessel, um sich da einzuschieben oder einzuschlagen. Die Aesung des Schwarzwildes nennt man Fraß.

Der Biber, Castor fiber.

Diese zur Ordnung der Nagetiere Rodentia gehörende Wildgattung ist in Europa mit Ausnahme eines kleinen Gebietes an der Elbe und deren Nebenflüssen oberhalb Magdeburg, insbesondere in den Revieren der königlichen Oberförstereien Lödderitz und Grunewald, welchen sie noch bewohnen, ausgestorben. Ueberdies kommen Biber nur noch in den südlichsten Teilen Norwegens und an dem Flüßchen Ukrina, einem Nebenflusse der Save in Bosnien, vor. In allen übrigen Teilen der alten Welt sind sie als ausgerottet zu betrachten. Der Biber baut mit bewundernswerter Geschicklichkeit und Ausdauer seine Wohnung, welche Burg genannt wird, und versteht es vortrefflich das Festland, das Wasser und die Baumvegetation seinen Zwecken dienstbar zu machen.

Die Biber leben monogamisch und ihre Begattungsperiode beginnt Ende Februar und endet im März.

Die Angaben über die Tragzeit des Weibchens schwanken zwischen dem Zeitraume von 6 bis 17 Wochen, doch ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß sie nicht über sechs Wochen währt. Nach dieser Zeit setzt das Biberweibchen 2—4 Junge, welche sie 4—6 Wochen lang säugt. Die Jungen kommen blind und behaart zur Welt.

Das Murmeltier, Arctomys marmota.

Dieser Bewohner der hohen Alpenregion zählt gleichfalls zur Ordnung der Nager und in die Reihe der Winterschläfer.

Die Murmeltiere leben im Hochgebirge über der Baumregion in Felsspalten. Sie adaptieren dieselben zu Bauen mit mehreren Einlässen, polstern ihr Lager mit Grashalmen aus und wohnen daselbst familienweise.

Zu Ende des Monates Oktober verfällt das Murmeltier in den Winterschlaf, erwacht aus demselben gegen Ende März und begattet sich — ranzt Ende April oder Anfangs Mai.

Das weibliche Murmeltier, dessen Tragzeit noch nicht sichergestellt ist (wohl sechs Wochen), bringt 4—6 Junge, welche es — auf den Hinterläufen hockend — säugt.

Das Murmeltier ist ungemein scheu, läßt sich jedoch — jung eingefangen — mühelos zähmen.

Der gemeine Hase, Lepus timidus.

Der Hase — gleichfalls der Ordnung der Nager zugehörig — bewohnt mit Ausnahme des höchsten Nordens, alle Ländergebiete Europas.

Das Männchen wird Rammler, das Weibchen Häsin oder Setzhase genannt.

Die Begattungsperiode der Hasen beginnt im Vorfrühling, wohl auch schon zu Ende des Winters und endet im Herbste. Alte Häsinnen setzen 3—4 mal, junge 2—3 mal

während der vorbezeichneten Periode 2—3, selten 4 Junge nach vierwöchentlicher Tragzeit.

Die Häsin ist eine, wenn auch nicht sorglose, doch ziemlich leichtfertige Mutter, welche ihren Jungen eben nur dann kurze Besuche abstattet, wenn sie die Milch im Gesäuge belästigt.

Der Hase trinkt nur in seiner ersten Lebensperiode die Muttermilch und bedarf zu seiner Erhaltung nicht des Wassers. Eine besondere Eigenheit des Hasen ist es auch, daß er mit offenem Auge schläft.

Der Hase hat Löffel nicht Ohren, Läufe, nicht Füße und eine Blume keinen Schwanz.

Der Hase schlägt Hacken indem er von Hunden oder Raubwild verfolgt plötzlich die Richtung seiner Flucht ändert. Er macht auch Widergänge bevor er sein Lager bezieht und macht, um es zu erreichen, einen weiten Absprung.

Der Hase hält Stand und verläßt den Distrikt, in welchem er zur Welt kam, nur, wenn er durch unausgesetzte Beunruhigung hiezu gezwungen wird.

Der männliche Hase verläßt sein Lager meist sofort, wenn er beunruhigt wird, während die Häsin der Gefahr zu entrinnen meint, indem sie sich drückt. Dieses Moment ist im Hinblick auf die Regelung des Geschlechtsverhältnisses bei Ausübung der Jagd zu beachten.

Der veränderliche Hase, Lepus variabilis.

Dieser, auch Schnee- oder Alpenhase genannt, ist um etwa ein Vierteil geringer (kleiner), als der gemeine Hase und bewohnt die Alpenregion über der Hochholzgrenze und die hochnordischen Ländergebiete Europas. Sein Balg ist im Sommerkleide fahl grau-braun, im Winterkleide rein weiß; lediglich die kurzen Löffel bleiben das ganze Jahr hindurch schwarz gerandet.

Die Lebensweise und Begattungsperiode stimmen mit jenen des gemeinen Hasen im allgemeinen überein, doch ist die Vermehrung des veränderlichen Hasen eine weitaus geringere.

Das wilde Kaninchen, Lepus Cuniculus.

Die weidgerechten Bezeichnungen sind dieselben wie beim gemeinen Hasen.

Das Kaninchen gräbt Baue in die Erde und bewohnt dieselben.

Die Rammelzeit umfaßt die Monate Februar bis September und die Häsin setzt nach 30 Tagen 4—6 Junge, und bei dem Umstande, daß dieselbe durchschnittlich jede siebente Woche in der vorangeführten Periode setzt, ist die Vermehrung dieser Wildgattung eine sehr namhafte.

Das wilde Kaninchen verursacht nicht unbedeutende Kulturschäden in Wald und Feld und soll deshalb nur in mäßigem Stande erhalten werden, um so mehr, als es den gemeinen Hasen verdrängt.

II. Federwild.

§ 5. **Der stumme Schwan,** Cygnus Olor.

Dieses mächtige, in Mitteleuropa als Strichvogel vorkommende Flugwild — dessen Gestalt und Federkleid wohl allgemein bekannt sind, da es gezähmt die Zierde der Parkgewässer bildet — paart sich im Monate März.

Das Weibchen baut an abgelegenen Uferplätzen — zumeist auf Inseln — ein kunstloses Nest aus Schilfhalmen, legt 5—8 matt olivengrüne, spärlich fahlbraun punktierte Eier und brütet sie in fünf Wochen aus.

Die aus dem Ei fallenden Jungen folgen der Mutter sofort ins Wasser und erreichen bereits im achten Lebensmonate ihre volle Größe, das blendende Federkleid jedoch erst im zweiten Lebensjahre.

Der Singschwan, Cygnus musicus.

Wesentlich kleiner als der stumme Schwan, trägt er nicht wie der vorbeschriebene einen Höcker an der Schnabelwurzel.

Der Singschwan bewohnt die nordischen Gewässer und ist in Mitteleuropa lediglich als Gast zu betrachten. Begattungszeit und Lebensweise stimmen mit jenen des stummen Schwans überein.

Der große Trappe, Otis tarda.

Dieser größte in der Reihe unserer heimischen Wildvögel bewohnt die ebenen Teile Mitteleuropas namentlich die östlichen Teile desselben.

Der Trapphahn paart sich mit mehreren Hennen und die Paarzeit fällt in die Monate März und April.

Die um etwa ein Dritteil geringere Henne legt ihre olivengrünen, mattbraun gefleckten Eier — 2 bis 3 — in ein kunstloses Nest und brütet sie in vier Wochen aus. Die munteren Jungen folgen der Mutter sofort, und die jungen Hennen erlangen bereits vor Ablauf des ersten Lebensjahres ihre volle Stärke, während die Hähne erst im zweiten Lebensjahre ausgewachsen sind.

Der Zwergtrappe, Otis tetrax.

Dieser — um die Hälfte kleiner als der Vorgeschilderte — bewohnt zumeist die Steppe, und kommt als Standwild in Südrußland, Rumänien, Ungarn, in Sizilien, Sardinien und Spanien vor, und hat sich seit etwa einem Dezennium in Thüringen angesiedelt.

Die Henne macht ein Gelege von 3—5 Eiern, welche bis auf die geringere Größe vollkommen jenen der großen Trappen gleichen.

Der Kranich, Grus cinerea.

Derselbe, zur Ordnung der Sumpfvögel zählend, bewohnt während des Frühlings und Sommers ausgedehnte, mit Hochwald und Röhricht bestandene Brüche und zieht im Herbste in wärmere Landstriche.

Die Paarung erfolgt im April, und das Weibchen legt in ein in abgelegenem Buschwerk kunstlos bereitetes Nest zwei graugrüne, fahlbraun und weißgefleckte Eier, welche es in vier Wochen ausbrütet.

Als der vornehmste Beizvogel und seiner stattlichen Größe wegen, zählt derselbe zur hohen Jagd.

Das Auergeflügel, Tetrao Urogallus.

Dieses mächtige, stattliche, edle Wildgeflügel bewohnt den größten Teil Mittel- und Nordeuropas bis zur Hochwaldgrenze und verläßt den gewählten Standort — ruhige ausgedehnte Waldgebiete — nur in seltenen Fällen.

Die Begattungsperiode des Auergeflügels — die Balze — fällt in die Monate März und April und wird durch klimatische Einflüsse um etwa 14 Tage verzögert oder beschleunigt.

Das Auergeflügel wählt zu Balzplätzen mit Vorliebe ruhige alte Bestände, welche von Schlägen und Brüchen durchzogen und umgeben sind, und verläßt dieselben nur dann, wenn umfassende Abstockungen eintreten.

Der alte Auerhahn versammelt um diese Zeit mehrere Hennen um sich, die er durch seinen Balzgesang anlockt, und kämpft geringere Hähne ab.

Der Balzgesang des Auerhahns besteht aus drei verschiedenen Strophen, dem Knappen oder Glöckeln, dem Hauptschlag und dem Schleifen. Das Knappen ist ein eigentümlicher und im Hinblick auf die Stärke des Vogels relativ schwach klingender Doppellaut, dem Knacken eines Gewehrhahnes etwa vergleichbar.

Im Beginne ertönt dieser Doppellaut vereinzelt und mit längeren Pausen, während welchen der Auerhahn aufrecht stehend das Terrain seiner Umgebung rekognosziert.

Mit der zunehmenden geschlechtlichen Erregung verringern sich die Zwischenpausen, der Hahn breitet seinen Stoß (Schwanz) fächerförmig, senkt die Schwingen, sträubt das Kopf- und Halsgefieder, und die Doppellaute werden nun in zunehmend rascher Aufeinander-

folge vernehmbar und schließen mit dem **Hauptschlage** — einem schnalzenden Laut ab, welchem unmittelbar das **Schleifen** — ein zwitschernd-zischendes — dem Wetzen einer Sense vergleichbares Singen folgt.

Nach dem Hauptschlage und während dem Schleifen hat die geschlechtliche Erregung des Auerhahns den Gipfelpunkt erreicht, und er ist dann für einige Sekunden unfähig zu vernehmen oder zu eräugen, was in seiner Nähe vorgeht.

Die verdienstvollen Forschungen Dr. **Wurm's**[4]) haben die Ursachen dieser interessanten Eigentümlichkeit durch genaue anatomische Untersuchungen der Gehörorgane klar gelegt. Die periodische Taubheit beruht demzufolge im wesentlichsten auf einem vorübergehenden Verschlusse der Ohröffnungen, indem das erektile Gewebe der Rose sich in die Gehörgänge fortsetzt, unter dem Einflusse der mit dem Schleifen verbundenen Körperanstrengung, der geschlechtlichen Extase, wahrscheinlich auch unter der des Zornes und unter Vermittelung des Kapillargefäßsystems anschwillt, diese ausfüllt und klappenartig verschließt.

Der Auerhahn wird am Abend, wenn er aufbaumt, am **Einfall verhört, verlost**, d. h. weidgerecht bestattet und während des Balzens und zwar unmittelbar nach dem Hauptschlage mit zwei — drei Schritten thunlichst gedeckt angebirscht — **angesprungen**.

Die Auerhenne bereitet im Jungholze am Boden ein höchst kunstloses Nest, in welches sie 6—16 gelbliche, mit rostroten Flecken besäete Eier legt und selbe in vier Wochen ausbrütet.

Das Birkgeflügel, Tetrao tetrix.

Dieses edle Waldhuhn gehört zu derselben Familie und Ordnung, wie das vorbeschriebene.

Das Männchen wird als Birk-, Spiel- oder Schildhahn — im Hochgebirge wohl auch als „kleiner Hahn" — weidgerecht angesprochen, und auch die Henne führt den gleichen Beinamen.

Die Begattungsperiode dieses — den größten Teil des mittleren und nördlichen Europas bewohnenden edlen Wildgeflügels beginnt im allgemeinen zu Ende des Monates März und endet nach 7—8 Wochen. Das Kampf- und Minnelied des Birkhahns ist ein durchaus eigenartiges und besteht aus drei im Tonfall und Rythmus verschiedenen Strophen. Die erste — das **Schleifen** — wird aus drei aneinander gereihten Tönen gebildet, welche der Hahn pfauchend und zischend als Kampfruf vernehmen läßt und dieselben mit weithin hörbaren Flügelschlägen begleitet. Die zweite Strophe, der eigentliche Minnegesang — das **Rodeln** — ist ein gurgelnder gluckſender Triller — gedämpftem Trommelwirbel vergleichbar, welchen der Hahn mit gesträubtem Halsgefieder, gesenkten Schwingen und gefächertem Spiel gravitätisch schreitend, dem Schleifen folgen läßt. Seltener und nur im höchsten Affekt wird die dritte Strophe — ein Doppellaut — vernehmbar, welcher dem Miauen der Katze ähnelt. Die Birkhähne führen erbitterte Kämpfe um die Gattenrechte und der Sieger duldet keinen Rivalen bei den Hennen, welche er um sich versammelt.

In dichtem Gebüsch oder Heidekraut baut die Birkhenne ein kunstloses Nest, in welches die jüngere 8—10, die alte Henne 12—16 matt weißgelbe, rostfarbig punktierte Eier legt, welche sie in vier Wochen ausbrütet. Die munteren Jungen folgen der Mutter sofort nach dem Ausfallen, welche sie die Aesung wählen lehrt und sie sorgsam bewacht.

Das Rackelhuhn, Tetrao medius.

Die Frage, ob diese vereinzelt vorkommende Flugwildgattung eine eigene Art, oder als Kreuzungsprodukt des Auer- und Birkgeflügels zu betrachten sei, erscheint erst in jüngster Zeit in letzterem Sinne gelöst.

Die ungleichmäßige Stärke und Befiederung der Individuen, welche gleichwohl un-

---

4) **Wurm**, Das Auerwild, 2. Aufl. 1886.

trügliche Merkmale des Auer- und Birkgeflügels aufweisen, gab von vorneweg gewichtige Anhaltspunkte für die vorbezeichnete Annahme.

Exakte und erschöpfende Beobachtungsresultate fehlen indeß noch und dürften im Hinblick auf das relativ seltene Vorkommen des Rackelhuhns weder mühelos noch bald beschafft werden[5]).

Das Haselhuhn, Tetrao bonasia, zur Familie der Waldhühner gehörig, ist über ganz Europa, dessen höchsten Norden und äußersten Süden ausgenommen, verbreitet und überall heimisch, wo große, zusammenhängende Waldungen mit dichtem Unterwuchs vorhanden sind.

Die Paarzeit des monogamisch lebenden Haselwildes, welches keine regelmäßigen Balzplätze besitzt, liegt im April; der Balzgesang des Hahnes besteht in einem zischenden, mit einem Triller abgeschlossenen Pfeifen, wird das Spissen genannt und ist von dem gewöhnlichen Lockruf, dem Bisten, genau zu unterscheiden. Das Gelege der Henne besteht aus 8—12 gelblichen, rotbraun gefleckten Eiern, welche in 20—24 Tagen ausgebrütet sind. Die Jungen sind schon Ende Juni flügge und bleiben bis Ende September in einer Kette vereint.

Der Fasan, Phasianus Colchicus.

Dieses edle, seit Jahrhunderten in Europa eingebürgerte Flugwild, gehört der Familie der Hühner und der Ordnung der hühnerartigen Vögel — Gallinaceae — an.

Die Begattung der Fasanen fällt in den Monat April und endet im folgenden Monate, während welcher der alte Hahn 6—10 Hennen um sich versammelt.

Die Henne legt in ein am Boden bereitetes kunstloses Nest 8—16 olivengrüne Eier, welche sie in 24 Tagen ausbrütet.

Die Schneehühner, Lagopus, sind in Mitteleuropa durch zwei Gattungen vertreten:

a. Das Alpenschneehuhn, L. alpinus, ist in den Alpen, den Karpathen und allen Hochgebirgen des Nordens heimisch; nie wird es in der Ebene gefunden. Das Gefieder ist je nach Ater und Geschlecht außerordentlich verschieden; man unterscheidet sieben Federkleider, da Hahn und Henne dreimal des Jahres ihr Kleid wechseln und überdies die Jungen unterschieden sind.

b. Das Weiden- oder Moorschneehuhn, Lagopus albus, bewohnt das Hügel- und Flachland des europäischen Nordens; sein Vorkommen reicht südlich bis nach Westpreußen.

Beide Arten sind im Winter fast rein weiß, in den übrigen Jahreszeiten wie erwähnt außerordentlich variierend gezeichnet und nur für einen geübten Blick leicht von einander zu unterscheiden.

Die Steinhühner, Perdix, sind durch zwei Arten vertreten:

a. Das gemeine Steinhuhn, Perdix saxatilis, bewohnt das südliche Europa mit der Alpenkette als Nordgrenze.

Der Hahn besitzt eine Länge von etwa 35 cm. Schnabel, Augenfleck und Ränder korallenrot; Kehle und Vorderhals weiß von einer schwarzen Binde umgeben, die sich über das Auge fortsetzt; Scheitel und Oberkörper aschgrau, am Rücken weinrot überflogen, Oberbrust blaugrau, gelb gebändert, übriger Unterkörper rostgelb; Flanken hellgraublau mit rostgelben, schwarz eingefaßten Querbändern und halbmondförmigen, kastanienbraunen Flecken. Schwanz 16 fedrig.

Die schwächere, lichter gefärbte Henne legt Ende Mai 8—16 schmutziggelbe, purpurbraun gefleckte Eier, die in 18—20 Tagen ausgebrütet sind.

---

5) Siehe „Lehr- und Handbuch für Berufsjäger" des Verfassers. — Verlag Moritz Perles, Wien.

b. Das Rothuhn, Perdix rufa, welches etwas kleiner ist und seinen Namen von der im allgemeinen rostroten Gefiederfärbung hat, ist nur im südwestlichen Europa mit der Schweiz und Voralberg als nordöstlicher Grenze heimisch.

Das Rebhuhn, Starna cinerea, für Mitteleuropa den Hauptvertreter der Familie der Feldhühner bildend, ist über fast ganz Europa und einen großen Teile Asiens verbreitet.

Beide Geschlechter tragen fast völlig übereinstimmendes Gefieder, doch bieten die oberen Flügeldecken, welche beim Hahne stets licht rostrot überflogen, bei der Henne dagegen grau sind, ein vollends sicheres Unterscheidungsmal. Das stark hervortretende kastanienbraune Schild an der Brust des Hahnes kann als solches nicht gelten, da auch sehr alte Hennen diese Zeichnung in gleicher Ausdehnung tragen.

Das Rebhuhn ist im allgemeinen Stand- und nur dort Strichvogel, wo ihm im Winter keine genügende Aesung geboten ist. Die Paarzeit liegt im März; im April legt die Henne 10—20 Eier von grünlichgrauer Farbe, welche in 21 Tagen ausgebrütet sind. Die Jungen folgen den Eltern sofort nach dem Ausfallen und bilden, mit ihnen bis zum Beginne der nächsten Paarzeit beisammenbleibend, eine Kette, ein Volk. Nach etwa vier Wochen sind die Jungen flügge; sobald ihnen die beiden äußeren Steuerfedern gewachsen sind, ihr Stoß also gabelförmig gestaltet ist, werden sie Gabelhühner, später im Herbst, wenn ihr Halsgefieder die normale blaugraue Färbung der alten Vögel angenommen hat, Blaukrägen genannt.

Die Rebhühner liegen im Felde, stehen oder stieben auf, streichen oder ziehen, fallen ein; die Kette ist ge- oder zersprengt, wenn es gelingt, ihre Glieder zu trennen. Die Hühner stäuben sich, wenn sie sich in Sand oder Staub baden.

Die Wachtel, Coturnix dactylisonans, zur selben Familie wie das Rebhuhn gehörig, ist ein Zugvogel, welcher nur den Sommer vom April bis Oktober in Europa, den Winter in Afrika zubringt.

Ihre Paarzeit liegt im Mai; zu Ende dieses Monates legt das Weibchen 8—14 weißgelbe bis grünlichgraue, olivenbraun gefleckte Eier, aus welchen sich die Jungen in 21 Tagen ausschließen; dieselben sind meist erst anfangs August vollends flügge und halten nicht so fest in Ketten zusammen, wie die Rebhühner.

Die Wildtauben, Columba, sind bei uns in drei Arten vertreten, welche ausnahmslos Zugvögel sind.

a. Die Ringtaube, C. palumbus, bringt in Mitteleuropa die Zeit von Ende März oder Anfang April bis Ende September oder Anfang Oktober zu und fehlt fast in keiner Gegend. Sie ist die größte unserer Wildtauben und durch einen weißen Halsring gekennzeichnet. Ihre Balzzeit liegt im April; anfangs Mai legt das Weibchen in ein flüchtiges, dem der Nebelkrähe nicht unähnliches Nest 2—3 weiße Eier, aus welchen die Jungen nach 18—20 Tagen ausfallen. In vier Wochen sind sie flugbar und die Eltern schreiten zu einer zweiten Brut.

b. Die Hohltaube, Columba oenas, kleiner als die vorhergehende, erscheint durchschnittlich um 10—14 Tage früher bei uns als diese und verläßt uns auch später. Sie brütet ausschließlich in hohlen Bäumen, bewohnt daher auch nur Gegenden, wo solche vorhanden sind. Ihr Brutgeschäft stimmt im übrigen mit jenem der Ringtaube überein.

c. Die Turteltaube, Turtur auritus, die kleinste der europäischen Tauben, erscheint bei uns erst Ende April und zieht Mitte September wieder ab. Sie liebt vorzugsweise Vorhölzer und Auenwaldungen, wo sie meist auf einem höheren Strauche ihren Horst baut, welcher Ende Mai mit 2 weißen in 14 Tagen ausgebrüteten Eiern belegt wird. Die Turteltaube macht in der Regel nur ein Gelege.

Die Drosseln, Turdus, sind in Mitteleuropa durch 14 Arten vertreten, von welchen jedoch für die Jagd, beziehungsweise den Fang, nur zwei von Bedeutung sind:

a. Die Misteldrossel, T. viscivorus, ist für den größten Teil Mitteleuropas ein nur den Winter daselbst, den Sommer dagegen im Norden zubringender Zugvogel; nur in einigen Gebirgswäldern Deutschlands und Oesterreichs tritt sie auch als Brutvogel auf. Beschreibung: Schnabel braun, an den Rändern gelb, Füße schmutziggelb; Kopf, Hinterhals, Rücken und Schwanz olivenbraun, letzterer grau überflogen; Flügeldecken und Schwungfedern braun mit weißen Spitzen; Kehle, Vorderhals und Unterseite schmutziggelb mit dreieckigen schwärzlichen Flecken.

b. Die Wachholderdrossel oder der Krammetsvogel, Turdus pilaris. Vorkommen wie bei der vorigen. Beschreibung: Schnabel gelb, an der Spitze schwärzlich, Füße schwarzbraun. Kopf und obere Schwanzdecken aschgrau, Rücken und Schwingen dunkelbraun, Stoß schwarz, Brust hellgelb mit herzförmigen schwarzen Flecken, Bauch, Schenkel und After weiß.

Die Regenpfeifer, Charadriidae, sind in Mitteleuropa in folgenden zehn Arten vertreten:

a. Der Triel, Oedicnemus crepitans, Sommervogel, einzelne Exemplare überwintern. Beschreibung: Länge 45, Breite 82 cm. Kopf rostbraun, dunkel gestreift, Oberleib gelbbraun, rost- und dunkelbraun gefleckt; Schwanz mit Ausnahme der beiden äußersten weißen Federn grau, dunkel gebändert. Unterseite hell rostgelb bis gelblichweiß. Brütet meist auf spärlich bewachsenen Sandbänken der Flüsse und Seen in einer ausgescharrten Vertiefung ohne Unterlage. Gelege 2—3 grünlichgelbe, dunkelbraun gefleckte Eier.

b. Der Goldregenpfeifer, Charadrius pluvialis. In den meisten Gegenden Mitteleuropas nur Durchzügler. Beschreibung: Breite 52 cm. Länge 28. Herbst- und Winterkleid. Ganze Oberseite rußgrau mit erbsengroßen, runden, gelben Flecken; Kehle, Bauch und Schenkel weiß. Im Frühjahr ist die Brust tiefschwarz.

c. Der Kiebitzregenpfeifer, Charadrius squatarola, Durchzügler. Dem vorigen ähnlich, doch etwas kleiner und im allgemeinen lichter.

d. Der Mornellregenpfeifer, Eudromias morinellus. Bewohner von Hochmooren, brütet stellenweise in den Alpen und im Riesengebirge. Beschreibung: Kopf schwärzlich, über die Augen ein gelblicher, im Nacken verlaufender Streifen, Oberkörper schwarzgrün, rostbraun gefleckt, Brust und Flanken grau, erstere mit weißem Querband, übrige Unterseite weiß.

e. Der gemeine Kiebitz, Vanellus cristatus, allbekannter Sommervogel, der im März ankommt und im Oktober abzieht. Das Weibchen brütet auf Hutweiden und feuchten Wiesen am Boden; das Gelege besteht aus 3—4 schmutziggrünen, braungefleckten Eiern, welche als Delikatesse gelten. Werden dem Weibchen die Eier genommen, so legt es 6—7 mal nach.

f—k. Die übrigen Regenpfeifer wie der Seeregenpfeifer, Aegialites cantianus, Sandregenpfeifer, A. hiaticula, Flußregenpfeifer, A. minor, Steinwälzer, Strepsilas interpres, Austernfischer, Haematopus ostralegus, sind jagdlich weniger wichtig, werden daher hier nur erwähnt[6]).

Die Wasserhühner, Gallinulidae, sind in Mitteleuropa durch sieben Arten vertreten:

a. Die Wasserralle, Rallus aquaticus, je nach den örtlichen Verhältnissen

6) Bezüglich dieser und der in den folgenden Abschnitten nur namentlich aufgeführten Arten verweise ich auf die sie behandelnden monographischen Artikel in der von mir herausgegebenen „Allgemeinen Encyclopädie der gesammten Forst- und Jagdwissenschaften“. D. V.

Stand-, Zug- oder Sommervogel. Schnabel rot, an der Spitze braun; Augensterne orangegelb, Ständer fleischfarbig. Kopf, Hals, Brust und Bauch bleigrau, Kehle weiß, Oberkörper olivenbraun, Flanken schwarz mit weißen Querbinden. Länge 24 cm.

b. Die Wiesenralle, Crex pratensis, auch Wachtelkönig genannt, Sommervogel, Bewohner feuchter Wiesen. Schnabel braun, Augenstern braun, Ränder bleigrau. Oberkörper rotbraun mit gelben und dunkelbraunen Flecken. Unterleib grau. Länge 26 cm.

c. Das grünfüßige Teichhuhn, Gallinula chloropus, Sommervogel, überwintert hie und da; guter Schwimmer. Schnabel orangerot mit grüngelber Spitze, Ständer grasgrün mit gelappten Zehen. Kopf schwarz, Oberseite olivenbraun, Unterseite rußgrau, Flügelränder und Schwanzdecken weiß. Länge 34 cm.

d. das getüpfelte Sumpfhuhn, Gallinula porzana, Sommervogel. Schnabel grün, an der Wurzel rot, Ständer gelbgrün. Oberkörper olivenbraun, Unterseite ebenso, doch fein weiß gefleckt. Zwei mittlere Schwanzfedern weiß. Länge 24 cm.

e. und f. Das Zwerg- und das kleine Sumpfhuhn, Gallinula pygmaea und pusilla, in der Färbung untereinander und mit dem vorigen fast völlig übereinstimmend, doch von diesem durch die geringere Größe (18 cm) und untereinander dadurch unterschieden, daß bei G. pygmaea der Schnabel meergrün und die Ständer fleischfarben, bei pusilla ersterer gelbgrün, an der Wurzel rot, letztere lebhaft gelbgrün sind.

g. Das schwarze Wasserhuhn, Fulica atra, auch Hurbel oder Bläßente genannt, ist je nach den örtlichen Verhältnissen Stand- oder Sommervogel und bewohnt vorzugsweise Teiche und Seen, die teilweise mit Schilf und Rohr bewachsen sind. Gefieder schwarzgrau, Ständer sehr stark gelappt, schwarz, Schnabel und eine große weithin sichtbare Schwiele auf der Stirn weiß. Es brütet im Rohr, mitunter in schwimmenden Nestern; das Gelege zählt 7—15 gelblich-weiße, schwarzbraun punktierte Eier, die in 21 Tagen ausgebrütet sind.

Die Schnepfen, Scolopaces, sind in Europa durch 29 Arten vertreten. Die wichtigsten sind:

a. Die Waldschnepfe, Scolopax rusticola, erscheint in Mitteleuropa meistens nur als Durchzügler, doch brütet sie auch manchmal in geschützten Lagen, wo sie auch mitunter einzeln überwintert. Ihre Balzzeit, welche mit dem Frühjahrszuge zusammenfällt, ist durch den, beiden Geschlechtern eigenen Lockruf, das „Puitzen", einen beim Stechen, d. h. bei der Verfolgung des Weibchens durch ein oder zwei Männchen im Fluge ausgestoßenen unartikulierten zwitschernden Laut und das nur dem Männchen eigene Quarren charakterisiert.

Ende April oder zu Anfang Mai legt das Weibchen in ein kunstlos am Boden oder auf einem Wurzelstocke gebautes Nest 3—5 fahlgelbe, bläulich und bräunlich gefleckte Eier, aus welchen sich die Jungen nach 21 Tagen ausschließen; sie sind nach sechs Wochen flugbar.

b. Der große Brachvogel, Numenius arquatus, Sommervogel. Länge 68, Flugweite 110 cm. Schnabel 10—15 cm lang, gebogen. Gefieder erdfarbig, weiß gescheckt. Brütet auf feuchten Hutweiden und Wiesen.

c. Der kleine Brachvogel, Numenius phaeopus, Sommervogel. Im Gefieder dem vorigen sehr ähnlich, aber kleiner, Schnabel bedeutend kürzer, schärfer gebogen.

d. Schwarzschwänzige Ufer- oder Pfuhlschnepfe, Limosa aegocephala, Zug- oder Sommervogel. Länge 35 cm. Schnabel 8 cm lang. Oberseite dunkelbraun, jede Feder rostrot gerandet, Schwanz ebenso gebändert, Spiegel weiß. Unterseite weiß mit rostgelbem Anflug und braunen Schaftstreifen.

e. Die große Sumpfschnepfe, Gallinago major, auch Doppel- oder Wiesenschnepfe, Zugvogel, nur im nördlichen Deutschland auch brütend. Länge 28 cm, Schnabel 6 cm; Schwanz 16fedrig. Oberkörper schwarz mit rostfarbigen Längsstreifen und Flecken,

Unterkörper rostgelb mit schwarzen Flecken; Schwanz rostrot, schwarz gebändert mit weißen Spitzen.

f. **Die mittlere Sumpfschnepfe**, Gallinago scolopacina, auch gemeine Becassine, Sommervogel. Länge 25 cm, Schnabel 8 cm, Schwanz 14 fedrig. Oberkörper schwarz, rostgelb gefleckt, Brust gelb, Bauch weiß, Flanken weiß und schwarz gewellt.

g. **Kleine Sumpfschnepfe**, Gallinago gallinula, auch stumme Becassine oder Heerschnepfe; Zugvogel. Länge 18 cm, Schnabel 5 cm. Oberkörper schwarz mit grünem Schiller, rostfarbig gefleckt. Unterkörper schmutzigweiß, dunkel gezeichnet.

h. **Gambettwasserläufer**, Totanus calidris, Sommervogel. Schnabel und Ständer zinnoberrot. Oberkörper olivenbraun, schwarz gefleckt; ganze Unterseite rein weiß, braun gefleckt. Länge 30 cm.

i. **Teichwasserläufer**, Totanus stagnatilis, Sommer- oder Zugvogel. Schnabel schwarz, Ständer olivengrün. Oberseite aschgrau, Unterseite reinweiß, Stoß weiß, braun gebändert. Länge 24 cm.

k. **Punktierter Wasserläufer**, Totanus ochropus, Sommer- und Zugvogel. Schnabel und Ständer dunkelgrün, Oberkörper dunkel olivengrün, schwarz und weiß punktiert, Unterseite weiß, Stoß schwarz und weiß gebändert. Länge 24 cm.

l. **Bruchwasserläufer**, Totanus glareola, Sommervogel. Schnabel und Ständer grünlich. Oberkörper schwarzbraun mit weißgrauen und rostbraunen Flecken, Unterseite bis auf die graue Brust weiß, Schwanz weiß, braun gebändert. Länge 20 cm.

m. **Flußuferläufer**, Actitis hypoleucus, Sommervogel. Schnabel und Ständer grünlichgrau, Oberkörper olivenbraun mit schwarzen Schaftstrichen, Unterseite weiß, auf der Brust braun gestreift. Länge 18 cm.

n. **Kampfschnepfe**, Machetes pugnax, Sommervogel. Schnabel und Ränder schwärzlich. Das Gefieder variiert so bedeutend, daß sich keine genaue Beschreibung geben läßt; das Männchen ist durch einen weitabstehenden, aufspreizbaren Federkragen gekennzeichnet. Länge des Männchens 30 cm, des Weibchens 24 cm.

o. Der **Strandreiter**, Himantopus rufipes, auch Stelzenläufer. Sommervogel. Länge 38, Schnabel 6, Ständer 30 cm, ersterer schwarz, letztere blutrot. Schwingen schwarz, Stoß grau, übriges Gefieder weiß.

p. Der **Avosettsäbler**, Recurvirostra avocetta, Sommervogel. Länge 42, Schnabel 8—9, Ständer 9—10 cm; letztere bleigrau, Gefieder mit Ausnahme des Kopfes, der Schwung-, Flügeldeck- und Schulterfedern, welche Teile schwarz sind, rein weiß.

Außer den genannten Arten kommen noch vor: der **dünnschnäbelige Brachvogel**, Numenius tenuirostris; die **rostrote Uferschnepfe**, Limosa lapponica; der **dunkle Wasserläufer**, Totanus fuscus; der **helle Wasserläufer**, T. glottis; der **Seestrandläufer**, Tringa maritima; der **isländische Strandläufer**, Tringa cinerea; der **bogenschnäbelige Strandläufer**, Tringa subarquata; der **Temminckische Zwergstrandläufer**, Tringa Temminckii; der **gemeine Zwergstrandläufer**, Tringa minuta; der **kleine Sumpfläufer**, Limicola pygmaea; der **Ufersanderling**, Calidris arenaria; der **schmalschnäbelige Wassertreter**, Phalaropus hyperboreus; der **plattschnäbelige Wassertreter**, Phalaropus fulicarius.

Die **Wildgänse**, Anseres, sind in neun Arten vertreten, von welchen jedoch nur zwei von Wichtigkeit sind:

a. die **Graugans**, Anser cinereus, teils Stand-, teils Zug- oder Sommervogel. Schnabel rötlich mit weißem Nagel, Ruder fleischfarbig; Gefieder fast völlig mit dem einer grauen Hausgans, welche von der Graugans abstammt, übereinstimmend. Das Gelege zählt 4—6 weißgrüne Eier, die in vier Wochen ausgebrütet sind.

b. Die **Saatgans**, Anser segetum, Wintervogel. Schnabel an der Spitze und

Wurzel schwarz, sonst orangegelb, Ruder schmutziggelb. Gefieder der vorigen ähnlich.

Außerdem kommen als seltene und zufällige Erscheinungen noch vor: die Rothalsgans, Bernicla ruficollis; die weißwangige Gans, Bernicla leucopsis; die Ringelgans, Bernicla torquata; Blässengans, Anser albifrons; Zwerggans, Anser minutus; Kurzschnäbelige Gans, Anser brachyrhynchus; Schneegans, Anser hyperboreus [7]).

Die Wildenten, Anatidae, sind in Europa in 27 Arten vertreten, von welchen folgende 11 teils Brut-, teils regelmäßige Zugvögel oder Wintergäste für Mitteleuropa sind:

a. Die Löffelente, Spatula clypeata, Sommervogel. Fast so groß als die Stockente; Schnabel schwarz, vorne löffelförmig erbreitert, Ruder orangerot, Spiegel metallgrün, Schwanz 14 fedrig [8]).

b. Die Stockente, Anas boschas, Standvogel. Schnabel gelbgrün, Ruder gelbrot, Spiegel blauviolett, Schwanz 16 fedrig. Für Mitteleuropa die häufigste Ente, die in keiner Gegend fehlt. Gelege — im April — 5—14 graugrüne Eier, die in 21—25 Tagen ausgebrütet sind.

c. Die Spießente, Anas acuta, Sommervogel. So groß wie die vorige, doch schlanker. Schnabel blaugrau, Ruder dunkelgrau, Spiegel kupferfarbig, Schwanz 16 federig, die mittleren Federn desselben bedeutend verlängert.

d. Die Schnatterente, Anas strepera, Sommervogel. Etwas kleiner als die Stockende. Schnabel schwarz, Ruder rötlichgelb mit schwarzen Schwimmhäuten, Spiegel weiß, schwarz gesäumt, Schwanz 16 fedrig.

e. Die Knäckente, Anas querquedula, Sommervogel. So groß wie die Krieckente. Schnabel schwärzlich, Ruder dunkelgrau, Spiegel grau, metallgrün schillernd, weiß Schwanz gesäumt, Schwanz 14 fedrig.

f. Die Krieckente, Anas crecca, Stand- und Zugvogel. Schnabel schwärzlich, Ruder dunkelgrau, Spiegel glänzend goldgrün, oben breit weiß und rostfarben gesäumt. 16 fedrig.

g. Die Pfeifente, Anas penelope, Zug-, selten Brutvogel. Größe zwischen Stock- und Krieckente, sehr schlank. Schnabel blaugrau, Ruder dunkelgrau, Spiegel beim Entvogel grün, bei der Ente grau, mit schwarzem Rande; Schwanz 14 fedrig.

h. Die Moorente, Fuligula nyroca, Sommervogel. Länge der Krieckente, doch bedeutend stärker und gedrungener. Schnabel schwarzgrau, Ruder fast schwarz, Spiegel rein weiß, übriges Gefieder mattbraun bis purpurbraun. Schwanz 14 fedrig.

i. Die Tafelente, Fuligula ferina, Länge der Pfeifente, aber bedeutend massiger. Schnabel schwarz mit graublauer Querbinde, Ruder bleifarbig mit schwärzlichen Schwimmhäuten, Spiegel hell aschgrau. Schwanz 14 fedrig.

k. Die Reiherente, Fuligula cristata, so groß wie die vorige. Schnabel blaugrau mit schwarzer Spitze, Ruder bleigrau mit schwarzen Schwimmhäuten, Spiegel weiß mit grauschwarzem Saume, am Kopfe ein herabhängender schwarzer Federschopf, Schwanz 14 fedrig.

l. Die Schellente, Clangula glaucion, Größe der vorigen. Schnabel schwarz, bei der Ente an der Spitze gelb, Ruder gelbrot mit schwarzen Schwimmhäuten, Spiegel weiß, Schwanz 16 fedrig.

Außer diesen Arten kommen noch vor: die Brandente. Tadorna cornuta; Rost-

---

7) Bezüglich dieser und der in den folgenden Abschnitten nur genannten Arten verweise ich auf das vorzüglich zur leichten Bestimmung geeignete Werk Dr. B. Altums: „Die Artenkennzeichen des inländischen entenartigen Geflügels". Berlin, W. Bänsch, 1883. Preis 1 Mark.

8) Alle Enten tragen nach Geschlecht, Alter und Jahreszeit fünf verschiedene Federkleider; ich nenne hier nur die bei allen Kleidern konstant bleibenden Merkmale. D. V.

ente, Tadorna casarca; Brautente, Anas sponsa; Sichelente, Anas falcata; Marmelente; Anas marmorata; Ruderente, Erismatura leucocephala; Kolbenente, Fuligula rufina; Bergente, Fuligula marila; Kragenente, Clangula histrionica; Scheckente, Clangula islandica; Eisente, Harelda glacialis; Trauerente, Oidemia nigra: Sammtente, Oidemia fusca; Brillenente, Oidemia perspicillata; Eiderente, Sommateria mollissima; Prachtente, Sommateria spectabilis.

Die Säger, Mergi, den Enten sehr ähnlich, aber von ihnen leicht durch den schmalen, vorne hackig abgebogenen, sägeartig gezähnten Schnabel zu unterscheiden, kommen in Mitteleuropa in drei Arten vor:

1. Der große oder Gänsesäger, Mergus merganser, in Norddeutschland und Bosnien Brut-, sonst nur Zugvogel oder Wintergast. Größe einer starken Hausente. Schnabel und Ruder rot, Spiegel rein weiß, Schwanz 18 fedrig.

2. Der Zopf- oder mittlere Säger, Mergus serrator, meist Zugvogel, stellenweise vereinzelt brütend. Größe der Spießente, Schnabel und Ruder rot, Spiegel weiß, beim Männchen mit zwei, beim Weibchen mit einer dunklen Querbinde, Schwanz 18 fedrig.

3. Der weiße oder kleine Säger, Mergus albellus, nur Wintergast. Größe der Schellente, Schnabel und Ruder bleiblau, Spiegel schwarz, weiß eingefaßt, Schwanz 16 fedrig.

B. Raubwild.

1. Haarwild.

§ 6. Der europäische Landbär, Ursus arctos, das größte und stärkste Raubtier Mitteleuropas. Früher in allen Teilen unseres Weltteils heimisch, ist seine Verbreitung in Mitteleuropa heute auf die Karpathen und einige wenige Teile der Alpen beschränkt.

Die Länge eines ausgewachsenen Bären beträgt im Mittel 250, seine Widerristhöhe 120 cm und sein Körpergewicht 250—350 kgr, doch gibt es auch noch weit stärkere Individuen.

Die Begattungszeit, die Bärzeit, liegt im Mai oder Juni; im Januar des folgenden Jahres bärt die Bärin in einer Höhle, unter einem Windbruche oder sonst an einem unzugänglichen Platze 1—4 Junge, welche anfangs nur die Größe einer Ratte haben, sich jedoch sehr rasch entwickeln. Vom ersten bis zum dritten Jahre werden die Bären Jungbären, von da bis zum sechsten Jahre Mittel-, später Hauptbären genannt. Der Bär hat Branten oder Tatzen, ein Bürzel, keinen Schwanz; er geht von und zu Holze, er brummt, er erhebt und erniedrigt sich, er schlägt sich ein, wenn er sein Lager aufsucht. Das Fell heißt Haut, dieselbe wird abgeschärft, der Bär aufgeschärft, nicht aufgebrochen.

Die Nahrung des Bären bilden vorzugsweise Vegetabilien, doch gibt es auch Individuen, welche sich fast ausschließlich vom Raube nähren und diese sind für Heerden sowohl als für den Wildstand sehr gefährlich; den Menschen greift der Bär nur im äußersten Notfalle, oder wenn er angeschweißt ist, an.

Der Wolf, Canis lupus, war gleichfalls früher über ganz Mitteleuropa verbreitet; heute ist er nur mehr in Ungarn, Galizien, Bukowina, Kroatien, Slavonien, Bosnien, Krain, dann Elsaß-Lothringen und Polen heimisch.

Seine durchschnittliche Länge beträgt 120, die Widerristhöhe 65 cm, doch variirt die Stärke, abgesehen vom Alter, je nach dem Standorte sehr bedeutend, und zwar sind die Wölfe des Südens immer schwächer als jene des Nordens, welch letztere auch stets lichter gefärbt sind.

Der Wolf ranzt vom Dezember bis Februar; die Wölfin wölft nach dreimonat-

licher Tragzeit 4—9 Junge, welche 14 Tage blind sind und durch 6—8 Wochen gesäugt werden.

Der Wolf hat Lauscher, einen Balg, eine Standarte, Klauen, nicht Zehen, Fänge, nicht Eckzähne; er raubt oder reißt und frißt seinen Raub; die Vereinigung mehrerer Wölfe heißt Rotte.

Der Luchs, Felix lynx, zur Familie der Katzen, Felinae, gehörig, ist in Mitteleuropa gegenwärtig nur mehr in den Karpathen heimisch, aber auch da bereits sehr selten geworden. Er erreicht eine Länge von 110, eine Höhe von 70 cm und ein Gewicht von 30 kgr. Die Ranzzeit fällt in den Februar, die Tragzeit beträgt 3 Monate, die Fähe bringt 1—2 Junge.

Der Fuchs, Canis vulpes, zur Familie der Hunde, Caninae, gehörig, ist in ganz Mitteleuropa das gemeinste Raubtier. Man unterscheidet zwei Farbenvarietäten, den Birk- oder Rotfuchs, welche Form die weitaus häufigere und allbekannte ist und den Brand- oder Kohlfuchs, bei welchem die Färbung im allgemeinen dunkler ist und die Kehle, die ganze Unterseite, die Läufe und die Blume, d. h. die Endspitze der Lunte oder Standarte fast schwarz gefärbt erscheinen.

Der männliche Fuchs heißt Rüd, der weibliche Fähe; der Fuchs hat Seher, nicht Augen, Lauscher, nicht Ohren, Läufe, nicht Füße, Branten, nicht Zehen. Er kriecht zu Bau, steckt in und fährt aus demselben; er schleicht, trabt, schnürt (wenn er die Läufe gerade hintereinander setzt), und wird flüchtig; er bellt, keckert und murrt im Zorn, klagt im Schmerz. Das männliche Glied heißt Ruthe, das weibliche Schnalle. Der Fuchs schlägt und reißt seine Beute. Seine Haut heißt Balg, derselbe wird gestreift.

Die Rollzeit des Fuchses tritt im Spätwinter, zu Ende des Monates Januar oder im Februar ein; die Fähe beginnt zu rennen und wird des Nachts oft von mehreren Rüden verfolgt, bis sie samt diesen morgens zu Bau fährt; übrigens lebt der Fuchs vorzugsweise in Monogamie, wenigstens wird während der Setzzeit der Bau stets nur von einem Paare bewohnt. Nach 60—64 Tagen wirft die Fähe 4—7, selten mehr Junge, welche anfangs blind und grau bewollt sind. Innerhalb der ersten 14 Tage verläßt die Fähe den Bau meist gar nicht und wird während dieser Zeit vom Rüd mit Raub versorgt; später sorgen beide Eltern treulich für ihre Nachkommenschaft, welche nach 4—5 Wochen zu Mittag auf einige Stunden den Bau verläßt, um vor demselben zu spielen und sich zu balgen. Im Juli verläßt die ganze Sippschaft den Bau.

Der Fuchs ist einer der gefährlichsten Räuber für alles Wild bis zum Edelwildkalb, dem Frischling und der Auerhenne.

Der Dachs, Meles taxus, zur Familie der Marder, Mustelini, gehörig, ist über fast ganz Europa bis zum 60° n. Br. verbreitet, jedoch nirgends häufig. Er lebt in selbst gegrabenen Bauen mit 8—12 und mehr Röhren. Die Ranzzeit des Dachses liegt im November und Dezember — neueren Beobachtungen zufolge soll sie im September stattfinden (?) —, die Tragzeit umfaßt 9—10 Wochen. Nach Ablauf dieser bringt die Dächsin 3—4, selten 5 Junge, welche 9 Tage blind sind und während der ersten 3—4 Wochen ausschließlich vom Gesäuge der Mutter leben. Im Herbst sind die jungen Dachse auf sich selbst angewiesen, vollenden ihr Wachstum jedoch erst mit dem zweiten Lebensjahre. — Während strenger Fröste hält sich der Dachs stets im Baue auf, ohne diesen je zu verlassen; er hält während dieser Zeit seinen Winterschlaf. Auch während der übrigen Jahreszeit verläßt er den Bau nur nachts.

Der Dachs hat eine Schwarte, keine Haut, ein Bürzel, keinen Schwanz. Der eigentliche Wohnraum seines Baues heißt Kessel; der Dachs befährt die Röhren, er sitzt im Kessel, er bewohnt den Bau, er verklüftet sich, wenn er, von einem Dachshunde angetrieben, sich in einem geeigneten Teile des Baues hinter aufgeworfener

Erde verschanzt; er schleicht und trabt, er sticht oder wurzelt, wenn er, um Nahrung zu suchen, mit der Nase das Erdreich furcht; die Schwarte des erlegten Dachses wird abgeschärft, seine Fettlagen werden abgelöst, er wird aufgebrochen und zerwirkt.

Der Dachs nährt sich vorzugsweise von Vegetabilien, Larven, Insekten und Würmern; doch richtet er auch in Rübenfeldern und Weingärten, sowie in Eichen- und Buchensaaten arge Verwüstungen an und ist ein gefährlicher Plünderer am Boden befindlicher Nester, also z. B. jener aller Waldhühner, des Fasans, Rebhuhns 2c. In manchen Gegenden erscheint daher seine Dezimierung im Interesse des Wild-, eventuell auch des Feld- und Waldschutzes geboten.

Die Wildkatze, Felis catus, ist heute noch über fast ganz Mitteleuropa verbreitet, bewohnt jedoch nur große zusammenhängende Waldungen in weniger kultivierten Gegenden. Ihre Länge beträgt bis 100 cm, ihr Gewicht bis 9 kgr. In der Färbung einer grauen Hauskatze sehr ähnlich, ist sie von dieser durch die dicht behaarte, vollends buschige Lunte unterschieden; es finden sich zwar auch verwilderte Hauskatzen mit buschiger Lunte, doch ist dieselbe bei diesen nie so dicht und lang behaart.

Die Ranzzeit liegt in der Zeit von Ende Februar bis Mitte März; nach 55 Tagen bringt die Katze 4—6, etwa 10 Tage blind liegende Junge, die sich zwar sehr langsam entwickeln, aber dennoch schon in der nächsten Ranzzeit fortpflanzungsfähig sind.

Die Wildkatze ist neben dem Luchs und Baummarder der grimmigste Feind der Wildbahn.

Der Baummarder, Mustela martes, ist in allen großen, ruhigen Waldgebieten Mitteleuropas heimisch. Von seinem nahen Verwandten, dem Steinmarder, ist er leicht durch die im allgemeinen viel dunkler braune Färbung, die dichtere an der Lunte buschigere Behaarung und die gelbe Kehle zu unterscheiden. Er ist ausschließlicher Waldbewohner, der sich vorzugsweise in hohlen Bäumen, aber auch in Raubvogelhorsten und den Nestern des Eichkätzchens aufhält. Seine Ranzzeit fällt in den Jänner; nach neun Wochen bringt die Fähe 3—4 vierzehn Tage blind liegende Junge. Der Baummarder zählt mit zu den gefährlichsten Feinden der Wildbahn; namentlich leiden die Waldhühner und der Rehstand sehr von seinen Räubereien.

Der Steinmarder, Mustela foina, vom vorigen durch die weiße Kehle verschieden, ist über ganz Mitteleuropa verbreitet und fehlt auch in den kultiviertesten Gegenden selten. Er hält sich entweder auf Dachböden, in Scheunen und Schupfen oft mitten in größeren Ortschaften und selbst in Städten, oder aber auch im Walde in Felsklüften auf; im ersteren Falle wird er vorzugsweise dem Hausgeflügel, in letzterem dem Niederwilde gefährlich. Er ranzt im Jänner, nach neun Wochen bringt die Fähe 3—5 Junge, die 14 Tage blind liegen und durch drei Monate gesäugt werden.

Der Fischotter, Lutra vulgaris, ist ein Bewohner aller fischreichen Gewässer Mitteleuropas, namentlich solcher, deren Ufer ihm geeignete Verstecke bieten. Die Länge beträgt bis 120, die Höhe 80 cm, das Gewicht bis 15 kgr. Der Balg bietet ein wertvolles Pelzwerk und ist im Sommer und Winter gleich gut und haltbar. Der Otter hält sich tagsüber meist unter Schaarufern, alten Brücken, in den Lücken von Steinwürfen, unter alten Wurzelstöcken 2c. auf und fischt in der Regel nur des Nachts. Er ist einer der ärgsten Fischräuber und wird manchmal auch dem Wasserwilde gefährlich.

Der Sumpfotter, Foetorius lutreola, war früher wie der Fischotter über ganz Mitteleuropa verbreitet, ist jedoch hier infolge der ihm wegen seines wertvollen Balges gewordenen Nachstellungen heute fast ausgerottet und findet sich nur mehr sehr einzeln in manchen Gegenden Pommerns, Brandenburgs, am Harz, Mährens, Schlesiens, Galiziens

und Oberungarns. Seine Länge beträgt im Mittel 75 cm. Außer dieser geringeren Größe ist er vom Fischotter durch die bedeutend dunklere Färbung und den Oberkiefer unterschieden, welcher bei ihm nur 8, beim gemeinen Otter 10 Backenzähne aufweist.

Der Iltis, Foetorius putorius, ist über ganz Europa verbreitet; er findet sich ebensowohl im Berg- als im Auenwald, ja selbst auf freiem Felde, wo er zu seinem Aufenthalt meist Stroh- oder Heutristen wählt. Er erreicht eine Länge von 44—45 und eine Höhe von 15—16 cm. Die Ranzzeit liegt im Februar; nach neun Wochen bringt die Fähe 3—6 durch 14 Tage blinde Junge. Der Iltis ist ein gefährlicher Räuber, der namentlich dem Hasen-, Fasanen- und Rebhühnerstande gefährlich wird.

Die Wiesel sind in zwei Arten vertreten, dem großen Wiesel oder Hermelin, Foetorius erminea, und dem kleinen oder Mauswiesel, Foetorius vulgaris. Ersteres wird bis 34 cm lang, hat eine dicht behaarte Rute und wird im Winter mit Ausnahme der stets schwarzen Endspitze derselben schneeweiß; letzteres wird nur bis 20 cm lang, seine Rute ist schütterer und kürzer behaart, hat keine schwarze Endspitze und die Winterfärbung ist der Sommerfärbung ähnlich, nur etwas mehr ins graue spielend. Beide Wiesel zählen trotz ihrer geringen Größe zu den gefährlichsten Feinden der Wildbahn und sind namentlich arge Nesträuber.

2. Federwild.

§ 7. Die Geier, Vulturidae, in Europa in vier Arten vertreten, gehören dem Süden dieses Weltteiles an und sind mit Ausnahme des Bartgeiers ausschließliche Aasfresser, daher nützlich.

a. Der Mönchsgeier, Vultur monachus, bewohnt die Waldgebirge der südlichen Alpen und Karpathen, dann jene Slavoniens und aller südlicher gelegenen Länder. Er erreicht eine Flugweite von fast 3 m, sein Gefieder ist bis auf die aus schwanken, aufsträubbaren Federn bestehende Krause dunkel schwarzbraun.

b. Der weißköpfige Geier, Gyps fulvus, etwas kleiner als der vorige, findet sich vereinzelt in den Alpen, häufiger erst im südlichen Karst. Sein Gefieder ist bis auf die weiße Halskrause und die schwarzen Schwingen fahlbraun.

c. Der Schmutzgeier, Neophron percnopterus, gehört den drei südlichen Halbinseln Europas an und erscheint nördlich derselben nur höchst selten. Er hat eine Flugweite von 160—170 cm, sein Gefieder ist bis auf die schwarzen Schwingen schmutzigweiß.

d. Der Bartgeier, Gypaëtus barbatus, ein allbekannter, in Mitteleuropa jedoch auf dem Aussterbeetat stehender Vogel, der in den Alpen bereits zu den seltensten Erscheinungen zählt. Er ist vorzugsweise Aasfresser, schlägt aber auch Wild bis zur Größe des Schafes.

Die Adler, Aquilinae. sind in Mitteleuropa durch folgende acht Arten vertreten:

a. Der Gold- oder Steinadler, Aquila chrysaëtus. Derselbe bewohnt in Mitteleuropa als Horstvogel nur die Alpen und Karpathen, fehlt aber als Strichvogel fast nirgends. Er erreicht eine Flugweite von 210 cm. Fänge äußerst stark mit langen, starken Klauen, Tarsen vollends befiedert. Beim jungen Vogel ist der Kopf dunkel, der Stoß an der Wurzel weiß, am Ende schwarzbraun, beim alten Vogel ersterer gelbbraun, letzterer grau mit dunklen Bändern; die Hauptfarbe des übrigen Gefieders bei beiden ist schwarzbraun. Horst bald auf Felsen, bald auf Bäumen. Gefährlicher Räuber.

b. Der Kaiseradler, Aquila imperialis, ist Bewohner des Südostens Europas; sein nordwestlichster Horstplatz ist die Fruska gora in Slavonien; weiter nördlich und westlich erscheint er nur höchst selten als Strichvogel. Größe des vorigen; Tarsen wie bei diesem vollends befiedert, Fänge schwächer. Das Gefieder des jungen Vogels ist lichtbraun, das des alten fast übereinstimmend mit jenem des alten Steinadlers; das sicherste

Merkmal ist der beim Steinadler keilförmige, beim Kaiseradler gerade abgestutzte Stoß. Der Jagd gar nicht oder doch nur wenig gefährlich.

c. Der Zwergadler, Aquila pennata, in Deutschland sehr selten, in den östlichen Kronländern Oesterreichs stellenweise häufig. Flugweite 120—130 cm, Tarsen dicht befiedert. Man hat zwei Typen zu unterscheiden: einen ganz dunkel kaffeebraun gefärbten, welcher häufiger nur in Frankreich und Spanien auftritt und den bei uns normalen mit brauner Oberseite und weißlicher Unterseite. Gefährlicher Räuber.

d. Der Schreiadler, Aquila naevia, ist über den größten Teil Mitteleuropas verbreitet. Flugweite 150—165 cm, Tarsen vollends befiedert. Gefieder dunkelbraun, stellenweise licht- und rotbraun gemengt, Stoß stets gebändert. Gefährlicher Räuber.

e. Der Schelladler, Aquila clanga, dem Osten angehörend, ist bisher in Mitteleuropa nur selten nachgewiesen; er dürfte hier keineswegs so spärlich vorkommen, aber mit dem vorigen in der Regel verwechselt werden. Flugweite 160—180 cm, Tarsen vollends befiedert. Vom vorigen ist er dadurch unterschieden, daß sein Gefieder mit Ausnahme der ab und zu auftretenden rostgelben Tropfenflecken auf den Schultern stets einfärbig dunkelbraun, sein Stoß meist einfärbig oder doch nur sehr undeutlich gebändert ist. Gefährlicher Räuber.

f. Der Schlangenadler, Circaëtus gallicus, spärlich über ganz Mitteleuropa verbreitet. Seiner Gestalt nach zwischen den Bussarden und Weihen stehend; Tarsen sehr hoch, unbefiedert; Flugweite 160—180 cm. Gefieder je nach dem Alter dunkelbraun bis fahlbraun mit weißlicher Unterseite. Der Jagd wenig gefährlich.

g. Der Fischadler, Pandion haliaëtus, bewohnt fast alle nahe von fischreichen Gewässern gelegenen Berg-, seltener Tieflandswälder. Flugweite 160—180 cm, Tarsen nackt, Außenzehe nach rückwärts drehbar. Oberseite kastanien bis dunkel kaffeebraun, Unterseite schiefergrau bis weiß. Ausschließlicher Fischräuber.

h. Der Seeadler, Haliaëtus albicilla, horstet nur an den größten Strömen und Seen Mitteleuropas in wenig kultivierten Gegenden, fehlt aber als Strichvogel fast nirgends. Flugweite 200—250 cm, Tarsen nur bis zum ersten Drittel behost. Gefieder schwarz- bis licht fahlbraun, Stoß im Alter rein weiß. Der Fischerei und Wildbahn gleich gefährlich.

Die Milane, Milvi, durch zwei Arten vertreten:

a. Der rote Milan, Milvus regalis, Bewohner großer Berg- seltener Tieflandswälder in der Nähe größerer Wasserläufe. Flugweite 155—165 cm, Tarsen zur Hälfte behost, Schwanz sehr stark gegabelt, Hauptfarbe des Gefiders rostrot. Der Jagd ziemlich gefährlich.

b. Der schwarze Milan, Milvus ater, ausschließlicher Bewohner großer Auen- und solcher Tieflandswälder, die unmittelbar an größeren Sümpfen oder Seen liegen. Flugweite 135—155 cm, Tarsen zur Hälfte behost, Schwanz wenig gegabelt, Gefieder schwarzbraun. Der Jagd wenig gefährlich.

Die Weihen, Circi, ausnahmslos gefährliche Räuber, sind in vier Arten vertreten, welche von anderen Raubvögeln leicht durch ihren deutlichen Federkranz um die Augen zu unterscheiden sind.

a. Der Rohrweih, Circus aeruginosus, ausschließlicher Bewohner großer Sümpfe und teilweise versumpfter Stromauen. Flugweite des Weibchens bis 135 cm, Männchen bedeutend schwächer. Gefieder des ersteren bis auf den weißlichen Kopf und einen rostgelben Fleck auf den Schultern dunkelbraun; das Männchen hat rostrote Unterseite, braune Oberseite, silbergraue Schulter-, Flügeldeck- und Stoßfedern und schwarze Schwingen.

b. Der Wiesenweih, Circus cineraceus, Bewohner der Ebene, brütet fast ausschließlich auf Waldschlägen. Flugweite bis 130 cm. Männchen auf der Oberseite asch-

grau, auf der Unterseite weiß mit rostfarbigen Streifen, Schwungfedern schwärzlich. Weibchen braun, weiß und gelbbraun gescheckt.

c. Der Kornweih, Circus cyaneus, gleichfalls Bewohner der baumlosen Ebene. Flugweite bis 130 cm. Mit dem vorigen und dem Steppenweih sehr ähnlich, doch daran mit Sicherheit zu erkennen, daß seine Schwungfedern außen bis zur fünften bogig verengt, innen bis zur vierten stumpfwinkelig eingeschnitten sind; Fänge stark.

d. Der Steppenweih, Circus pallidus, in Mitteleuropa ziemlich selten, erst in Ungarn häufiger werdend. Schwungfedern außen bis zur vierten verengt, innen bis zur dritten eingeschnitten; Fänge sehr schwach.

Alle Weihen sind Zugvögel, die bloß den Sommer bei uns zubringen; vom Wiesen- und Korn-, seltener vom Rohrweih überwintern manchmal einzelne Exemplare.

Die Falken, Falcones, in Mitteleuropa in sieben Arten vertreten:

a. Der Würgfalke, Falco laniarius, Sommer- oder Zugvogel, gehört den Auenwäldern des Ostens an; die Umgegend Wiens enthält seine westlichsten Horstplätze. Flugweite bis 130 cm. Gefieder am Rücken dunkelbraun mit helleren Rändern, Stoß 14fedrig, braun mit eirunden, rostgelben Flecken auf beiden Fahnen, Unterseite weißlich mit braunen Schaftflecken. Einer der gefährlichsten Räuber.

b. Der Wanderfalke, Falco peregrinus, Sommer- oder Zugvogel, in allen großen Bergwäldern Mitteleuropas heimisch. Flugweite bis 125 cm. Beim alten Vogel Oberseite graubraun, stellenweise aschgrau, Stoß 12fedrig, aschgrau mit 7—8 dunklen Querbinden, Unterseite weiß, schmal dunkelgrau, quer gewellt. Der junge Vogel ist dem Würgfalken sehr ähnlich, doch von diesem durch den kürzeren um zwei Federn weniger zählenden Stoß leicht zu unterscheiden. Neben dem Habicht und Wiesenweih der gefährlichste Raubvogel.

c. Der Baumfalke, Falco subbuteo, über ganz Mitteleuropa verbreiteter Sommervogel. Flugweite bis 60 cm. Oberseite schwarzgrau, Stoß blaugrau mit 7—9 rotbraunen Querbinden, Hosen rostrot, übrige Unterseite rostgelb, dunkelbraun gefleckt. Singvögeln und kleinerem Federwilde bis zur Größe des Rebhuhnes sehr gefährlich.

d. Der Zwergfalke, Hypotriorchis aesalon, dem hohen Norden angehörend, bei uns nur am Zuge oder als Wintergast. Flugweite bis 45 cm. Oberseite aschblau, Unterseite rostgelb mit braunen Schaftflecken, Stoß aschblau mit vier schmalen, schwarzen Bändern und schwarzer Endbinde. Schlägt Singvögel, Wachteln, junge Rebhühner.

e. Der Abendfalke, Erythropus vespertinus, gehört dem Osten und Südosten Europas an; im westlichen Oesterreich und in Deutschland tritt er nur selten als Horstvogel auf. Flugweite bis 52 cm. Gefieder nach Alter und Geschlecht sehr verschieden; Hauptmerkmale: Klauen gelblichweiß, Augenkreis hochrot, Wachshaut und Fänge gelbrot. Der Jagd ungefährlich.

f. Der Turmfalke, Cerchneis tinnunculus, als Sommervogel über ganz Mitteleuropa verbreitet. Flugweite bis 65 cm. Oberseite rostrot, braun gebändert, Unterseite rostgelb mit braunen Schaftflecken. Völlig harmlos.

d. Der Rötelfalke, Cerchneis cenchris, teilt die Verbreitung mit dem vorigen, ist aber viel seltener; er ist demselben sehr ähnlich, doch etwas kleiner und leicht an seinen weißlichen Klauen zu unterscheiden. Gleichfalls harmlos.

Außer den genannten Arten kommen in Nordeuropa noch der isländische Falke, Falco islandicus und der Gierfalke, Falco gyrfalco, in Südeuropa der Feldeggsfalke, Falco Feldeggi und der Eleonorenfalke, Falco Eleonorae vor.

Die Habichte, Astures, durch zwei Arten vertreten:

a. Der gemeine Habicht oder Hühnerhabicht, Astur palumbarius, über ganz Mitteleuropa als Stand-, Sommer- oder Zugvogel verbreitet. Flugweite bis 120 cm

(der Habicht hat von allen Raubvögeln relativ die kürzesten Flügel, dafür den längsten Stoß). Gefieder alter Vögel am Rücken grau, auf der Unterseite weiß, dunkelgrau quer gewellt. Junger Vogel oberseits braun, unterseits rostgelb mit braunen Schaftflecken. Der gefährlichste Feind der Niederwildbahn.

b. Der Sperber, Accipiter nisus, allgemein bekannter häufiger Standvogel. Flugweite bis 65 cm. Dem Vorigen in Gestalt und Färbung sehr ähnlich. Gefährlicher Räuber, der sich bis zu ausgewachsenen Rebhühnern versteigt.

Die Bussarde, Buteones. Europa besitzt fünf Arten, von welchen jedoch nur folgende drei häufiger vorkommen:

a. Der Rauhfußbussard, Archibuteo lagopus, nur Wintergast, als solcher aber sehr häufig. Flugweite bis 145 cm, Tarsen befiedert. Im Gefieder so variierend, daß sich keine allgemeine Beschreibung geben läßt. Der Niederjagd gefährlich.

b. Der gemeine Bussard, Buteo vulgaris, gleichfalls über ganz Europa verbreiteter, häufiger Standvogel. Größe dieselbe, Tarsen nackt; in der Gefiederfärbung ebenfalls sehr variierend. Arger Räuber.

c. Der Wespenbussard, Pernis apivorus, seltener Zug- oder Sommervogel. Etwas kleiner als die beiden vorigen, Tarsen nackt, Stoß bedeutend länger, keilförmig. Der Jagd fast gänzlich unschädlich.

Außer diesen drei Arten kommen in Südosteuropa noch der Steppenbussard, Buteo desertorum und der Adlerbussard, Buteo ferox vor.

Die Eulen, Strigidae sind in Europa in 14 Arten vertreten, von welchen jedoch bei uns nur 9 häufiger vorkommen. Von diesen ist der Uhu als entschieden schädlich zu bezeichnen; die übrigen Arten werden durch Mäusevertilgung nützlich, plündern aber auch Vogelnester und einzelne schlagen selbst alte Vögel und junge Hasen. Es muß daher jeweilig der Prüfung der lokalen Verhältnisse anheimgestellt werden, ob und welche Arten man schonen, dezimieren oder vollends ausrotten soll.

a. Der gemeine Uhu, Bubo maximus, in allen großen, zusammenhängenden Waldungen als Standvogel heimisch. Vorzugsweise liebt er Bergwälder, fehlt aber auch in Tieflands- und selbst Auenwäldern nicht, sofern dieselben alte hohle Bäume besitzen. Diese oder alte Raubvogelhorste, lieber aber Felsspalten oder Lücken in altem Gemäuer, wählt er zur Brutstätte und behält dieselbe, wenn er nicht gestört wird, jahrelang bei. Ende April legt das Weibchen 4, seltener 3 und nur ausnahmsweise 2 oder 5 Eier mit mattweißer, grobkörniger Schale. Dieselben werden von beiden Alten wechselweise bebrütet; nach 21—23 Tagen fallen die anfangs mit grauem Flaum bedeckten Jungen aus, die schon nach sechs Wochen flugbar sind.

b. Die Waldohreule, Otus vulgaris, gemeiner Standvogel in ganz Mitteleuropa. Dem Uhu ähnlich, doch matter gefärbt und nur bis 95 cm klafternd. Ohren lang, stets sichtbar. Brütet auf Bäumen in selbstgebauten oder verlassenen Horsten von Nebelkrähen und Elstern.

c. Die Sumpfohreule, Brachyotus palustris, Stand- und Strichvogel in sumpfigen Gegenden. Der vorigen ähnlich, doch schlanker und langflügeliger; Gefiederfärbung lebhafter, Ohren kaum merklich. Horstet am Boden auf Gras- oder Binsenkufen, seltener im Gebüsch.

d. Die Zwergohreule, Scops Aldrovandi, gehört den südlicheren Teilen Mitteleuropas an. Flugweite 40 cm, Ohren wenig bemerkbar. Horstet in hohlen Bäumen und im Gemäuer.

e. Der Waldkauz, Syrnium aluco, gemeiner Standvogel in ganz Mitteleuropa. Flugweite bis 100 cm, Fänge dicht, weiß befiedert, Gefieder graubraun, weiß und dunkelbraun gescheckt. Stoß 13 cm lang, braun, verschwommen weiß und schwärzlich gebändert.

Horstet meist in alten Horsten anderer Vögel, seltener in hohlen Bäumen oder altem Gemäuer.

f. Der Steinkauz, Athene noctua, gemeiner Standvogel, hält sich meist in der Nähe von Häusern. Flugweite bis 45 cm. Fänge nur bis zu den Zehen befiedert, diese behaart; in der Färbung dem vorigen ähnlich. Horstet meist in altem Gemäuer, in Kirchtürmen, Dachböden ꝛc., seltener in hohlen Bäumen.

g. Der Sperlingskauz, Athene passerina, über ganz Mitteleuropa verbreitet, aber allenthalben selten und leicht zu übersehen. Infolge ihrer geringen Größe — sie klaftert nur 30 cm — kann sie mit keiner anderen Art verwechselt werden.

h. Der Rauhfußkauz, Nyctale Tengmalmi, ist als Standvogel über ganz Mitteleuropa verbreitet, doch überall selten. Er stimmt mit dem Steinkauz in Gestalt und Färbung fast vollkommen überein, doch ist sein Stoß länger als bei jenem und die Fänge einschließlich der Zehen sind dicht befiedert.

i. Die Schleiereule, Strix flammea, gemeiner Standvogel in ganz Mitteleuropa, hält sich fast nur in Kirchtürmen, Schornsteinen, auf Dachböden und ähnlichen Orten auf.

Außer diesen Arten kommt im Süden Europas noch der südliche Uhu, Bubo ascaphalus, im Norden der Adlerkauz, Syrnium lapponicum, die Uralhabichtseule, Syrnium uralense, die Sperbereule, Surnia nisoria und die Schneeeule, Nyctea nivea vor.

Die rabenartigen Vögel, Corvidae, sind in Mitteleuropa in zehn Arten vertreten:

a. Der Kolkrabe, Corvus corax, war früher über ganz Mitteleuropa verbreitet, hat sich aber heute bereits ausschließlich auf das Hoch- und wenig kultivierte Waldgebirge zurückgezogen. Flugweite 130—155 cm, Schnabel 9—10 cm. Gefieder einfärbig, schwarz mit Purpurschiller. Er horstet meist auf Bäumen, seltener in Felsspalten und brütet schon Mitte März, oft noch früher. Das Gelege zählt 4—5 jenen der Nebelkrähe ähnlichen Eier, die in 24—25 Tagen ausgebrütet sind. Gefährlicher Räuber.

b. Die Nebelkrähe, Corvus cornix, gemeiner Stand-, stellenweise Strichvogel in ganz Mitteleuropa. Flugweite bis 90 cm, Schnabel von Borsten umgeben. Kopf, Flügel und Schwanz schwarz, sonst aschgrau. Horstet im April auf Bäumen, 4—6 Eier. Jungen Hasen, namentlich aber den Eiern und Jungen des Federwildes sehr gefährlich.

c. Die Rabenkrähe, Corvus corone, dieselbe Verbreitung aber weniger häufig und in einzelnen Landstrichen fehlend. Größe und Gestalt wie bei der vorigen, Schnabel von Borsten umgeben, Gefieder einfärbig schwarz. Schaden derselbe.

d. Die Saatkrähe, Corvus frugilegus, gemeiner, gesellig lebender und horstender Stand- oder Strichvogel in ganz Mitteleuropa. Größe dieselbe, Schnabel an der Wurzel kahl, Gefieder schwarz mit lebhaftem Purpurschiller. Der Jagd ungefährlich.

e. Die gemeine Dohle, Lycos monedula, als Stand-, Zug-, Strich- oder Sommervogel in ganz Mitteleuropa gemein. Flugweite bis 65 cm. Kopf aschgrau, Oberseite blauschwarz, Unterseite schiefergrau. Der Jagd ungefährlich.

f. Die Alpendohle, Pyrrhocorax alpinus, ausschließlicher Bewohner der Alpen und südeuropäischen Gebirge. Flugweite bis 70 cm. Schnabel gelb, Fänge rot, Gefieder einfärbig schwarz.

g. Die Alpenkrähe, Pyrrhocorax graculus, Verbreitung wie bei der vorigen. Flugweite bis 75 cm. Schnabel und Fänge korallenrot, Gefieder einfärbig schwarz mit Purpurschiller.

h. Die Elster, Pica caudata, gemeiner Standvogel in ganz Mitteleuropa. Horstet auf Bäumen, im April 3—8 Eier. Die Elster ist neben der Nebel- und Rabenkrähe der gefährlichste Nesträuber, daher mit allen Mitteln zu vertilgen.

i. Der Eichelheher, Garrulus glandarius, gemeiner Standvogel in ganz Mittel-

europa. Flugweite bis 56 cm. Ober- und Unterseite rötlichgrau, Schwanz schwarz, an der Wurzel weiß, Schwungfedern schwarz, weiß gesäumt, Flügeldecken himmelblau, schwarz gebändert. Gleichfalls arger Nesträuber.

k. Der Tannenheher, Nucifraga caryocatactes, Standvogel in den Gebirgswäldern Mitteleuropas. Flugweite bis 50 cm. Gefieder schwarzbraun mit weißen Tropfenflecken.

Außer diesen Arten kommt in Nordeuropa noch der Unglücksheher, Garrulus infaustus, in Spanien die Blauelster, Pica Cooki, vor.

Die Störche, Ciconiae, in Mitteleuropa in zwei Arten, welche beide nur den Sommer hier zubringen:

a. Der weiße Storch, Ciconia alba, in manchen Gegenden sehr häufig, in anderen nur vereinzelt oder gänzlich fehlend. Flugweite bis 180 cm. Gefieder bis auf die schwarzen Schwingen rein weiß.

b. Der schwarze Storch, Ciconia nigra, viel seltener und nur in großen, ruhigen Waldungen. Flugweite bis 160 cm. Brust, Bauch und Schenkel weiß, sonst schwarz mit grünem und broncefarbigem Schiller. Beide Störche sind den Jungen des niederen Haar- und Federwildes sehr gefährlich.

Die Reiher, Ardeidae, in Mitteleuropa in zehn Arten:

a. Der graue Reiher, Ardea cinerea, gemeiner Sommer- und Strichvogel in ganz Mitteleuropa, überwintert einzeln. Flugweite bis 160 cm. Oberseite aschgrau, Unterseite weiß, am Hals schwarz gefleckt.

b. Der Silberreiher, Ardea egretta, ausschließlicher Bewohner großer Sümpfe. Flugweite bis 175 cm. Gefieder reinweiß.

c. Der Seidenreiher, Ardea garzetta, ausschließlicher Bewohner der südöstlichen Sümpfe. Flugweite bis 120 cm. Gefieder reinweiß.

d. Der Purpurreiher, Ardea purpurea, gemeiner Sommervogel in allen größeren Sümpfen. Flugweite bis 135 cm. Unterseite rostbraun, Oberseite rostbraun, rostrot und rostgelb gemengt, Kehle weiß.

e. Der Rallenreiher, Ardea commata, Sommervogel der südöstlichen Sümpfe. Flugweite bis 90 cm. Gefieder bis auf die braunen Schulter- und Rückenfedern rein weiß.

f. Der Nachtreiher, Nycticorax griseus, Sommervogel großer Sumpfgebiete. Flugweite bis 120 cm. Bei alten Vögeln Kopf, Nacken und Rücken schwarzgrün, Hals, Flügel und Stoß aschgrau, alle übrigen Teile weiß. Bei jungen Vögeln die schwarzgrünen Partieen braun.

g. Die große Rohrdommel, Botaurus stellaris, Sommer- oder Standvogel großer Sumpfgebiete, außerhalb dieser nur als Durchzügler. Flugweite bis 130 cm. Gefieder braun, rostrot und rostgelb geflammt.

h. Die Zwergrohrdommel, Ardetta minuta, Sommervogel. Flugweite bis 60 cm. Kopf und Rücken schwarzgrün, Schwingen schwarz, im übrigen rostgelb. Die Jungen rostgelb, braun gefleckt.

i. Der Löffelreiher, Platalea leucorodia, Bewohner der südöstlichen Sümpfe. Flugweite bis 135 cm. Schnabel schwarz, vorne löffelförmig erbreitet, Gefieder rein weiß mit gelblichem Anflug auf der Brust.

k. Der dunkelfarbige Sichler, Falcinellus igneus, Bewohner der südöstlichen Sümpfe. Flugweite bis 100 cm. Schnabel schwarz, gebogen, Gefieder dunkelbraun mit lebhaftem Purpurglanz.

Alle Reiher sind mehr oder weniger der Fischerei gefährlich.

IV. Die Hege und Wildzucht.

§ 8. Aus den Lebensgewohnheiten und Bedürfnissen, aus der Eigenart der verschiedenen Wildgattungen, aus den tellurisch-klimatischen Verhältnissen des Standortes und seiner produktiven und kulturellen Beschaffenheit resultiert für den Jäger eine wichtige Lehre: die Hege.

Die weidgerechte Hege des Wildes bildet die Grundlage des praktischen Jagdbetriebes und soll ebensowohl mit genauer Sachkenntnis als strenger, umsichtiger Gewissenhaftigkeit gehandhabt werden.

Das Ziel der Hege ist ein doppeltes, indem es nicht nur Aufgabe derselben sein soll, das Wild kräftig zu erhalten und, soweit es zulässig erscheint, zu vermehren, sondern hauptsächlich auch durch zweckentsprechende Maßnahme dafür Sorge zu tragen, daß dasselbe in keiner Richtung die Interessen der fortschreitenden Kultur gefährde oder in nennenswertem Grade schädige.

Das Jagdwesen ist, wie dies bereits in der Einleitung betont wurde, in seiner Theorie eine Wissenschaft, in seiner Praxis zur Kunst herangebildet, und mag auch die vorangestellte Aufgabe eine höchst schwierige und kaum erreichbare genannt werden, so ist dieselbe dennoch, allerorts und unter allen Verhältnissen lösbar, sobald die Jägerei berufstüchtig und weidgerecht ihre Schuldigkeit thut!

Die Pflicht des Berufsjägers ist es diesfalls:

1. Die Verhältnisse des Revieres in tellurischer, klimatischer und kultureller Richtung genau zu studieren, um hieraus die Lehre zu gewinnen, ob und in welchem Maße dieselben die Bedürfnisse des Wildes im allgemeinen und der verschiedenen Wildgattungen im besonderen ohne nennenswerte Schädigung fremder Interessen zu decken imstande sind.

2. Die Art und Weise im Hinblick auf die vorangeführten Erhebungen festzustellen, durch welche, eventuell dauernd oder zeitweilig, einem Nahrungsmangel auf künstlichem Wege zu begegnen wäre.

3. Zu berechnen, ob der vorhandene Wildstand nach seiner Gesamtzahl und seinen Arten dem Areale des Revieres überhaupt und seiner Produktivität und Beschaffenheit insbesondere angemessen sei.

4. Hierauf den reservierten Wildstand — Zuchtstand — ziffermäßig zu normieren, und auf grund dessen die jährlichen Abschuß-Etats zu präliminieren; und endlich

5. Die Regie thunlichst zu vereinfachen und den Jagdertrag quantitativ und qualitativ zu heben.

Diese, aus persönlichen Studien und Erfahrungen resultierenden Grundsätze werden in ihrer keineswegs mühelosen, zugleich aber anregenden Durchführung den Beweis liefern, wie rasch und nachhaltig der Wildstand eines Revieres mit einfachen, wenig kostspieligen Mitteln gehoben und zugleich der Wildschaden gemindert werden kann.

In Revieren, in welchen Edel-, Dam- oder Rehwild steht, wird in erster Reihe dafür Sorge zu tragen sein, daß es zu jeder Jahreszeit in thunlichst ausreichendem Maße die demselben zusagende Aesung innerhalb seines Standortes finde.

In Revieren mit uniformen Waldbeständen und sterileren Bodenverhältnissen wird ein Mangel in der vorbezeichneten Richtung am meisten fühlbar werden und infolge dessen auch der Wildschaden auf den Kulturflächen in bedeutenderem Maße auftreten.

Die Diagnose des Uebels wird sich, am Leitfaden der Wirkungen auf die veranlassenden Ursachen zurückgeführt, von Fall zu Fall unschwer feststellen und werden sich auch die Mittel finden lassen, welche dem Uebel steuern. Die vorangeführten Wildgattungen sind im Winter vorzugsweise darauf angewiesen, Baumknospen, Stockausschlag und das Gezweige des jüngsten Holzzuwachses als Nahrung aufzunehmen, da der Standort mit seiner

schneebedeckten Bodenfläche eben nichts anderes bietet, und verursachen infolge dessen oft sehr bedeutende Schäden.

Futterplätze, welche an sonnigen, geschützten und ruhigen Orten im Holze errichtet — für Edel- und Damwild mit Wiesenheu und Kastanien, für Rehe mit Futterlaub und Kleeheu, eventuell mit Lupinen, überdies als Beigabe mit Misteln und Vogelbeeren versorgt werden, helfen der Not allerdings ab, doch dürfen zwei Momente diesfalls nicht übersehen werden: daß die gebotenen Futtermittel einerseits qualitativ nicht genügen, während sie, wenn sie anderseits quantitativ genügen sollen — eine ziemlich kostspielige Ernährung repräsentieren.

Es wird im allgemeinen, insbesondere auch von exklusiven Forstwirten über bedeutende Kulturschäden geklagt, welche die vorangeführten Wildgattungen namentlich an Forstkulturen verursachen, und diese Klagen — es soll dies nicht geleugnet werden — sind auch begründet.

Nun ersteht aber zugleich die Frage — wer diesfalls in erster Reihe beschuldigt werden soll?

Sind die Kulturschäden nur deshalb dem Wilde anzurechnen, weil es sie verursacht? — weil es im Kampfe um's Dasein (um welch' letzteres sich seine Heger nicht kümmern) die Nahrung eben dort nimmt, wo es sie findet — nicht aber dort, wo es sie finden sollte? Die Abhilfen für die besagte Kalamität sind eigentlich einfach und naheliegend, werden aber, eben weil sie es sind, in der Regel nicht gefunden.

Der hegende Forst- und Weidmann soll doch zunächst dafür Sorge tragen, daß der Waldboden dem Wilde innerhalb des Revieres und zu jeder Jahreszeit, insbesondere aber im Winter, eine Summe von Nährstoffen biete, welche das Verbeißen der Kulturen und Junghölzer nicht nur in sehr bedeutendem Maße verringern, sondern auch eine namhafte Ersparung an Winterfutter ermöglichen.

Für die Aspe z. B. und deren reichlichen Stockausschlag, für einige Salix-Arten, für den wilden Jasmin Philadelphus coronarius und den Hagedorn Crataegus coccinea, für Obstwildlinge, die Eberesche und Roßkastanie werden sich im Reviere ohne Schädigung des geregelten Forstbetriebes und dessen Rente relativ geringe Bodenflächen finden lassen, deren Anpflanzung sich ebenso wirksam als nützlich erweisen wird.

In gleichem Sinne ist die Erhaltung, bezw. Vermehrung der Brombeere — Rubus — und die Einfassung von Schneußen, Wegen, Bestands- und Grabenrändern mit dem Pfriemenstrauch — Spartium — sehr empfehlenswert, da sie dem Wilde eine gesunde Nahrung im Winter bieten.

Ratsam ist es auch, das Gipfelholz in den Schlägen nicht sofort aufarbeiten zu lassen, um dem Wilde Gelegenheit zum Abäsen der Knospen und der jüngsten Triebe zu gönnen.

Wildäcker mit der Erdbirne — Topinambaur — bebaut, welche geringe Kulturkosten verursacht und mehrere Jahre bei reichem Ertrage perenniert, bieten dem Wilde eine gesunde saftreiche Nahrung in seinen Knollen, welches zum Teil die Ernte selbst besorgt, indem es selbe an frostfreien Tagen mit den Läufen aus dem Boden scharrt. Endlich wären auch periodisch Proßhölzer zu fällen. Wenn nun noch der hegende Weidmann für die Verbesserung und zeitweilige Verjüngung der Waldwiesen, für die Besamung der Waldwege, Grabenränder und Halden mit entsprechend gewählten Gräsern und Kräutern Sorge trägt, eventuell geeignete, innerhalb oder zunächst der Holzbestände liegende kleinere im Turnus als Wildäcker mit dem Anbau von Kartoffeln, Runkeln, Roggen und Kleegras bebaute Grundstücke erwirbt, bezw. adoptiert, dann wird man sich allerorts bald überzeugen, welche eminenten Vorteile diese einfachen Maßnahmen einer rationellen Hege im Gefolge haben. Das Wild wird Stand halten und auch der Schaden auf den angrenzenden

Feldmarken wird auf ein sehr geringes Maß reduziert werden, da es nur der Hunger zwingt dahin auszutreten und diesem durch die vorbezeichneten Maßnahmen wirksam begegnet wird.

Eine unerläßliche Einrichtung für Reviere, in welchen Edel-, Dam- oder Rehwild gehegt wird, sind die Salzlecken, deren Herstellung am zweckentsprechendsten in nachfolgend geschilderter Weise erfolgt:

Völlig sandfreier durchgesiebter Lehm wird derart mit Wasser vermengt, daß derselbe einen dickflüssigen Brei bildet. Zu je 25 Kilogramm dieser Masse werden 5 Kilo Koch- oder 7 Kilo Viehsalz zugesetzt, nachdem auch dieses entsprechend angefeuchtet wurde, um dessen gleichmäßige Auflösung zu bewirken. Diesem Gemenge wird nun unter fortgesetztem Rühren und Kneten ein Quantum von 5 Kilo pulverisierter Galläpfel (Gallus aleppo) zugefügt und werden dann die aus gut gefugten Pfosten hergestellten Tröge mit dieser Salzlecke vollgeschlagen.

Kochsalz ist dem Viehsalz vorzuziehen, auch empfiehlt es sich, die gehäuften Lecken, nachdem sie fertig gestellt sind, noch mit einer konzentrierten Salzlösung zu übergießen und dieser eine starke Prise pulverisierter Veilchenwurzel (Pulvis rad. irid. Florentinae) beizufügen.

Die Wichtigkeit und Notwendigkeit solcher Salzlecken und deren eine vollgenügende Zahl — etwa auf 30—50 Ha. Waldareal je eine für Hoch-, zwei für Rehwild — muß eindringlichst betont werden.

Das Salz übt im tierischen Organismus einen unmittelbaren und dominierenden Einfluß auf die Verdauung und den normalen Umsatz der Nährstoffe überhaupt, und der organischen Substanzen insbesondere, und es findet sich demgemäß dieser hochwichtige anorganische Nährstoff in gelöstem Zustande auch in allen tierischen Flüssigkeiten, Geweben und Organen [9]).

Die Bedarfsmengen sind meinen Proben und Erfahrungen zufolge: Für Edelwild pro Stück und Jahr 3,65 Kilo, für die übrigen Gattungen 2,19 Kilo Kochsalz. Die Lecken werden nach Bedarf stets wieder erneuert.

Die zur Ordnung der Nager zählenden Wildgattungen, der Hase und das Kaninchen, verstehen es in der Regel für sich allein zu sorgen und die Hege-Pflichten des Jägers lassen sich diesfalls in drei Punkte zusammenfassen, und zwar:

1. Entsprechende, dem Areal und dessen Produktivität angemessene Standesregelung.

2. Vorlage von reichlichem Proßholz und mäßige Gaben von Heu in schneereichem Winter.

3. Anlage von Remisen in ausgedehnten Feldmarken und Anpflanzung von Straucharten und insbesondere von Ginster an geeigneten Stellen.

Das Wildgeflügel stellt mit Ausnahme der Fasanen und Rebhühner wohl strenge Anforderungen in bezug auf den Schutz, rücksichtlich der eigentlichen Hege im engeren Sinne jedoch nur in geringem Maße.

In Revieren, welche Fasanen als Standwild hegen, ist die Anlage von ständigen Fütterungen notwendig, welche das ganze Jahr hindurch und zwar in nachfolgend spezifizierter Weise versorgt werden sollen.

Für je hundert Stück Fasanen wären pro Tag zu normieren:

In den Monaten Januar bis einschl. April	7	Liter Weizen	oder	8	Lt. Gerste
„ „ „ Mai bis einschließlich September	3½	„ „	„	4	„ „
„ „ „ Oktober, November und Dezember	7	„ „	„	8	„ „

Die Winterfütterungen für Rebhühner beanspruchen zwei Dritteile der vorangeführten Mengen.

---

9) Die Nährstoffmengen, welche das Wild bedarf, und deren chemische Zusammensetzung sind ausführlich im „Wildpark“ des Verfassers erläutert.

Zweckentsprechende Futterschuppen für Fasanen wären in folgender Weise zu konstruieren:

Man rammt sechs Rundholz-Säulen im beiläufigen Durchmesser von 12 cm, nachdem selbe vorher am unteren Ende angekohlt wurden, derart in den Boden, daß sie in beigesetzter Anordnung : · · : ein längliches Viereck von 3 × 1,5 m oder fünf Säulen, welche einen Raum von 2 × 0,75 m im lichten säumen. Die rückwärtigen kürzeren Säulen ragen 1 m, die vorderen 2½ m über den geebneten Boden und tragen ein leichtes Pultdach, welches an der vorderen Breitseite in stumpfem Winkel etwa ½ m übergreift. Diese Konstruktion ist deshalb vorteilhaft, weil sie kreisenden oder in der Nähe aufhackenden Raubvögeln das Niederstoßen auf die äsenden Fasanen verwehrt. Der rückwärtige Teil des Futterschuppens wird verschalt, während die vordere Breite und die seitlichen schmalen Seiten offen bleiben und lediglich vom Dachrande abwärts derart verschalt werden, daß ein Raum von 1 m Höhe vom Boden ab offen bleibt. Will man diese Futterschuppen in zweckmäßiger Weise auch zum Fangen lebender Fasanen benützen, dann wird noch folgende Einrichtung hinzugefügt:

Es wird ein aus vier gefugten Brettern hergestellter Rahmen in den Futterschuppen eingestellt, welcher in seinen Dimensionen, bezw. seiner Peripherie dem Raum im Lichten des Schüttplatzes genau entspricht und auf seiner Oberseite mit grauer Leinwand oder mit einem dichtmaschigen Netze bespannt ist. Innerhalb des Rahmens wird ein mit einer Latte verbundenes Brett angebracht und derart an die Rückwand des Fangkastens angelegt, daß die Latte über den am vorderen Rahmenbrette angebrachten Einschnitt noch um etwa 20 cm hervorragt. Es hat dieser Schüber den Zweck, die gefangenen Fasanen — sobald sie vom niederfallenden Rahmen gedeckt sind, rasch heranziehen und bergen zu können.

Der Rahmen wird mittelst eines Gabelholzes an seiner vorderen Breitseite gehoben und gestützt.

Gegenüber dem zum Fangen eingerichteten Schüttplatze wird eine kleine zur Aufnahme des Jägers bestimmte Hütte aus leichtem Holzwerk und Rinde aufgestellt, deren Thür dem Fangrahmen gegenübersteht und oben mit einem Guckloch, am Boden mit einer Oeffnung für die mit dem vorbezeichneten Gabelholze in Verbindung gebrachte Zugleine versehen wird.

Nach vollzogenem Fange muß der Jäger jede Spur desselben sorgfältigst verwischen und auch einzelne kleine Federn sorgsam entfernen, da sonst kein Fasan den Schüttplatz betreten würde.

In geringerem Maße, als der Fasan, fordert das **Rebhuhn** doch auch die Fürsorge des hegenden Jägers, namentlich dann, wenn der rauhe Winter mit seinen Schneemassen und Eiskrusten den Einzug hält.

Kaum eine Wildgattung wüßte ich zu nennen, welche die sachkundige, gewissenhafte Hege dankbarer lohnt, als dieses Wildgeflügel. Dieselbe ist eine dreifache, überdies mit kaum nennenswerten Auslagen verbundene Obliegenheit und zwar:

1. Die Fütterung der Hühnervölker während der rauhesten Wintermonate.

2. Die Anlage von Schutzremisen auf weitgedehnten, im Winter keinerlei Deckung bietenden Feldmarken, und

3. der pflichttreue Schutz gegen räuberische Eingriffe jeglicher Art.

Die Anlage der Fütterungen für Rebhühner — die **Wintereinfälle** — muß an jenen Orten vollzogen werden, an welchen die Hühnervölker im Winter erfahrungsgemäß gerne liegen, keineswegs aber dort, wo sie etwa dem Jäger bequemer situiert scheinen.

Die bis nun allenthalben meist kegelförmig konstruierten Wintereinfälle entsprechen ihren Anforderungen keineswegs im vollen Maße, und ich habe demzufolge eine Herstellungsweise derselben versucht und auch praktisch erprobt, welche ihren Zwecken bestens entspricht. Die Form derselben ist jene einer Blende mit vor- und rückspringenden etwa 45° Winkeln

und die Konstruktion folgende:

An den durch Punkte auf vorstehender Figur markierten Stellen werden entsprechend starke etwa 2 Meter hohe Pfähle fest in den Boden gerammt, welche durch, an deren oberem Ende zu befestigende Latten verbunden werden. Diese Latten werden nun mit benadeltem Astwerk der Weißtanne und Föhre derart dachförmig dicht überlegt, daß der Astabschnitt derselben aufwärts und das Gezweige beiderseitig in stumpfem Winkel auch abwärts gerichtet ist. Um das Astwerk in dieser Lage zu erhalten wird es zweckmäßig sein, seichte Graben um die Anlage auszuheben und die gewonnene Erde auf die am Boden aufliegenden Wipfel zu werfen, oder diese mit Hackenpflöcken an den Boden zu heften [10]).

Wintereinfälle, welche auf die vorbeschriebene Weise hergestellt werden, sind in weit geringerem Maße dem Verwehen ausgesetzt, bieten Schutz bei jeder Windrichtung und es können zwei drei Hühnervölker zugleich Aesung aufnehmen, ohne sich dieselbe erkämpfen zu müssen.

Sehr wesentlich wird die Hege des Niederwildes in holzarmen Gegenden durch die Anlage von Remisen gefördert, soferne die Situierung derselben und die Art ihrer Herstellung zweckentsprechend sind.

Diese Eigenschaft vermag ich auf Grund persönlicher vieljähriger Beobachtungen und Erfahrungen den gewöhnlichen Stutzremisen, wie solche in der Jagdlitteratur häufig empfohlen werden, keineswegs zuzusprechen, nachdem sie bereits wenige Jahre nach ihrer Anlage eben das Gegenteil von dem werden, was sie sein sollen.

Betrachten wir zur Bekräftigung des Vorgesagten solche nach der Schablone angelegte Remisen mit praktisch-kritischem Blicke, dann wird sich folgendes ergeben: die Bestockung besteht aus Knüppelholz verschiedener Art, dessen — durch regelmäßiges Stutzen zu horizontalem Wuchse gezwungenes Astwerk einen so dichten Schirm über der Bodenfläche bildet, daß unter dessen Beschattung die Bemantelung unterdrückt wird, und die Vegetation von Kräutern und Gräsern völlig erstirbt. — Dieser Zustand wird jede in der zumeist angewendeten vorerwähnten Schablone angelegte Remise bereits nach wenigen Jahren aufweisen, und man kann allerorts — abgesehen von den namhaften Kosten, welche deren alljährliches winkelrechtes Stutzen verursacht — die Beobachtung machen, daß sie eben von jenem Wilde gemieden wird, welchem sie dienlich sein soll.

Die dichtverzweigte Astfläche solcher Stutzremisen hindert ein zustreichendes Volk am Einfallen. Werden die Hühner durch Treiber angedrückt, dann fallen sie am Rande solcher Remisen an und laufen sofort — da ihnen die sterile Bodenfläche keine Gelegenheit zum Drücken, Bergen bietet, an das entgegengesetzte Ende, um von dort noch außer Schußweite abzustreichen.

Die Erkenntnis dieser Uebelstände und das Bestreben, den Hühnern in ausgedehnten Feldmarken neben dem notwendigen Schutze auch geeignete Brutstätten zu schaffen, hat mich veranlaßt den Remisen eine wesentlich verschiedene Form zu geben, und zwar in folgender Art:

Die zur Anpflanzung bestimmten Setzlinge werden nicht in gleichmäßem dichtem Verbande, sondern in unregelmäßigen Horsten derart gepflanzt und zeitweilig geköpft, daß sich deren Bemantelung thunlichst entwickele. Die Zwischenräume sollen dem natürlichen Graswuchs, welcher unbedingt von der Sichel verschont bleiben muß, überlassen, und durch Zupflanzung von Topinambur-Knollen, überdieß noch verdichtet werden. Neben diesen als Schutzobjekte, wie auch als Brutstätten von den Hühnervölkern bevorzugten Remisen werden

10) Nähere Beschreibung und Abbildung derselben findet sich in des Verfassers „Lehr- und Handbuch für Berufsjäger". Verlag M. Perles, Wien.

überdieß in entsprechenden Entfernungen mit hohem Vorteil kleinere Grundstücke, Wasserrisse, Böschungen u. dgl. zu ähnlichen Zwecken in vereinfachter Form adaptiert, indem man selbe völlig verwildern läßt, nachdem man vorher für eine entsprechende Lockerung, Düngung und Besamung mit geeigneten hochwachsenden Gräsern und Kräutern — eventuell mit Topinambur-Knollen vorgesorgt hat. An der Wetterseite wären an beiden vorgenannten Schutz- und Brut-Anlagen Nadelhölzer, Pfriemensträucher — Spartium scoparium — und Wachholder — Junip. com. in dichterer Anordnung zu pflanzen.

Innerhalb größerer der Eigenjagd zugehöriger Feldreviere empfiehlt es sich, Remisen in entsprechend weiterer Ausdehnung anzulegen, welche nicht nur mit wilden Fasanen bevölkert, sondern auch als Jagd-Streifremisen eingerichtet werden können.

Bei einer — wenn thunlich von einem kleinen Wasserlaufe durchzogenen oder begrenzten Fläche von etwa 2000 m Länge und einer Breite von 500 m wird der größere Bruchteil derselben mit etwa 1200 m in vorbeschriebener Weise als Stutzremise angelegt, während der Rest von 800 m mit Rücksicht auf seine Zwecke, — da er zu gleichen Teilen die Stirnseiten der Stutzremise als Schutzblende säumen, und auch zum Aufbäumen der Fasanen dienlich sein soll — in entsprechend modifizierter Weise als Mittelwald behandelt wird.

Vorteilhaft wird es auch sein, die Längsseiten dieser Remisen mit Fichten, Heinbuchen u. dgl. zu säumen, welche etwa in der dreifachen Höhe der Stutzremise gehalten werden, und einen wirksamen Schutz gegen Schneeverwehungen bieten.

Zur Bestockung der vorangeführten, je 400×500 m haltenden Flächen empfiehlt sich neben einigen Nadelholz-Horsten die Anpflanzung folgender Gehölze und Sträucher: Wildobst-Bäume aller Art; Eberesche, Sorbus aucuparia; Pflaumenschlehe, Prunus institiia; Wachholder, Juniperus com.; Kreuzdorn, Rhamus calharticus; Brombeere, Rupus, Schlehendorn, Prunus spinosa; Faulbaum, R. frangula; Berberize (Sauerdorn), Berberis vulgaris.

An feuchten Stellen wird auch mit Vorteil die Schlutto-Judenkirsche, Physalis Alkekengi angesiedelt, welche den Fasanen eine bevorzugte Aesung bietet.

In gleicher Weise werden auch entsprechend größere Waldparzellen mit angrenzendem Acker- und Wiesenland als Fasanerien adoptiert, und man kann im allgemeinen ein Verhältniß von Holz- und Ackerland wie 6—8:1 als zweckentsprechend annehmen.

Das Ackerland, welches vorteilhaft durch zwischenliegendes Holzland und Wiesenparzellen in mehrere kleinere Schläge geteilt wird, soll in entsprechendem Turnus mit Mais, Heidekorn, Hirse und Waizen bebaut werden.

Vorteilhaft ist es, sofern sich nicht schon Teiche im Gehege befinden, solche durch Eindämmung einer Niederung zu schaffen und deren Ränder mit Schilf u. dgl. zu bepflanzen. Feldhölzer in entsprechender Ausdehnung und mit gemischter Bestockung eignen sich am vorteilhaftesten zur Anlage von Fasanerien und sollen von geraden, mindestens 3 m breiten Alleen durchzogen werden. Die Bestandränder bepflanzt man mit Gesträuch, welches entsprechend unter der Scheere zu halten ist, und gestaltet die geebneten Alleen durch Besamung zu nutzbarem Graslaud.

Die Erfahrung lehrt, daß solche Gehege auch vom Raubwilde aus begreiflichen Gründen bevorzugt werden, und dem Jäger erwächst aus diesem Umstande die Obliegenheit, durch entsprechende Maßnahmen den Eingriffen der geflügelten und vierfüßigen Räuber wirksam zu begegnen.

Behufs Bekämpfung der letzteren erweist sich die Anlage von Fallensteigen äußerst vorteilhaft.

Die Fallensteige sind Pfade von 40—50 cm Breite, welche in der Terrainkonfiguration angepaßten Krümmungen die Jagdböden durchziehen. Das Raubwild, welches

den Thau gerne meidet, wird die Fallensteige, wenn sie geebnet und von Berasung frei gehalten werden, mit Vorliebe frequentieren. Das abgeräumte Astwerk wird mittelst Rechen zur Säumung der Fallensteige vorteilhaft benützt und an jenen Stellen durch niederes Flechtwerk ersetzt, an welchen Fallen angebracht werden sollen. Die Konstruktion und Benützung derselben wird in dem Kapitel „Jagd und Fang des Wildes“ beschrieben werden. Wildgehege der vorbeschriebenen Art sollen stets eingefriedet werden, und es kann die Einfriedigung in ebenso billiger als zweckentsprechender Weise durch Flechtzäune ausgeführt werden. Fichten- und Föhrenstämmchen von etwa 3 cm Durchmesser und 1,5—2 m Länge, wie solche bei Bestandsreinigungen reichlich gewonnen werden, bieten das beste Material solcher Flechtzäune, auch kann man dergleichen Astwerk von den Holzschlägen hiezu verwenden.

Das Durchflechten solcher Zäune über ein einfaches Lattengerippe kann ohne Schwierigkeit von jedem geübteren Tagarbeiter ausgeführt werden, und der Zaun überdauert bei kaum nennenswerter Nachhilfe einen Zeitraum von 10—12 Jahren. In entsprechenden Zwischenräumen werden Kastenfallen (Klappfallen) in den Zaun eingefügt, deren nach innen gestellte Stirnseite mit einem Drahtgewebe — und die nach außen gestellte mit der Klappe zu versehen ist.

Trachtet man den Hennen das Terrain zum Nestbau thunlichst annehmlich zu gestalten, sorgt man durch Fanggarne, Eisen, Fallen und scharfe Wachsamkeit für die Sicherheit der Gelege und ausfallenden Gesperre und so viel als irgend thunlich — unter Vermeidung jedweder Künstelei — für genügende Aesung, dann wird man sich wohl überzeugen, daß eine Fasanerie auch ohne kostspieligen und meist von geringen Erfolgen begleiteten Aufzug — hoch gespannten Forderungen zu entsprechen vermag.

Die Wildhege wird, wenn sie mit einfachen Mitteln den Bedürfnissen der verschiedenen Wildgattungen Rechnung trägt, die tellurisch-klimatischen Verhältnisse des Standortes in sachkundiger Weise den vorangestellten Zwecken dienstbar zu machen versteht, wenn sie den mit Erfahrung, Umsicht und strenger Wachsamkeit geübten Jagdschutz zum Bundesgenossen hat, allerorts, und selbst unter mindergünstigen lokalen Verhältnissen überraschende Erfolge aufweisen. Die Jägerei möge sich stets vor Augen halten, daß der Wildstand jederzeit ein beredtes Zeugnis ihrer Berufsqualifikation und ihres Pflichteifers bietet!

Die Wildzucht.

§ 9. Die Forderung, die Zucht des freien Wildes in die Berufspflichten des Jägers überhaupt und jene der Hege im besonderen einzureihen, erscheint bei oberflächlicher Beurteilung unerfüllbar, und auch die Jagdlitteratur hat diesem wichtigen Moment im allgemeinen bis nun nicht genügend Rechnung getragen. Die Forderung ist aber nicht nur erfüllbar, sondern auch in ihrer Ausführung, d. h. in den leitenden und ausgleichenden Maßnahmen des hegenden Weidmanns eine der wichtigsten Vorbedingungen für die qualitative Erhaltung und nutzbringende Vermehrung des Wildes.

Die Natur leitet mit ihrem drakonischen Gesetz, welchem zufolge nur der kraftvolle Sieger im Kampfe um die Gattenrechte dieselben genieße, die Fortpflanzung der Tierwelt, und dieses Gesetz mit seinen zweckdienlichen Konsequenzen, dessen weise Tendenz nicht zu verkennen ist, soll auch dem hegenden Jäger zur Richtschnur dienen.

Nicht nur auf die Zucht d. h. die Fortpflanzung, sondern auch auf die Nachzucht in quantitativer und qualitativer Beziehung übt jenes Gesetz seinen zwingenden Einfluß, indem es den gering entwickelten oder auch nicht völlig entwickelten männlichen Individuen die Fortpflanzung ihres gleichen verwehrt und hiedurch die Degenerierung der Art verhütet. Aus diesen Beobachtungen resultieren die diesfälligen Hegepflichten des Jägers u. z.

1. die Erhaltung bezw. Schonung der kräftigsten männlichen Individuen in der, den Standesverhältnissen angemessenen Zahl und

2. in regulierender zielbewußter Nutzung des Nachwuchses im Hinblick auf die qualitative Standeserhaltung, welcher gemäß in erster Reihe das in der körperlichen Entwickelung zurückgebliebene Perzent desselben auf den jährlichen Abschuß- bezw. Fang-Etat gestellt wird.

Die vorangeführten Maßnahmen sind in genauem ziffermäßigem Verhältnis allerdings nur bei dem zur hohen Jagd zählenden Haarwilde und den Fasanen ausführbar, doch betone ich zugleich ausdrücklich, daß der hegende Weidmann auch bei dem der Niederjagd zugehörigen Standwilde seinen dominierenden regelnden Einfluß in wirksamer Weise geltend machen kann und soll, und werde mich bemühen, die von mir persönlich erprobte Möglichkeit nachzuweisen.

Das richtige Verhältnis der Geschlechter und Altersklassen im Hinblick auf eine weidgerechte Wildzucht ist selbstverständlich bei den verschiedenen Wildgattungen ein ungleiches, und der Winter- bezw. der Zuchtstand an Vater- und Muttertieren nebst dem normalen Nachwuchse wäre demgemäß in folgender Weise zu normieren:

1. Edelwild: 10 jagdbare und angehend jagdbare Hirsche,
15 geringe Hirsche und Spießer,
50 Kälbertiere,
25 Schmaltiere und Kälber; somit Zuchtstand:
100 Stück.

2. Damwild: dasselbe Verhältnis.

3. Rehwild: 16 Rehböcke,
8 Spießböcke,
45 Altrehe,
31 Schmalwild und Kitze; somit Zuchtstand:
100 Stück.

4. Schwarzwild: 5 hauende und angehende Hauptschweine,
10 zwei bis vierjährige Keiler,
13 Ueberläufer,
34 Bachen
38 Frischlinge; somit Zuchtstand:
100 Stück.

5. Fasanen: 1 Hahn für je fünf Hennen.

6. Auer- und Birkgeflügel: 1 Hahn für je drei bis vier Hennen.

Die Regelung des Geschlechtsverhältnisses bei Fasanen läßt sich da mühelos vollziehen, wo der Zuchtstand vor Beginn des Abschusses gefangen und eingekammert wird.

Die Vor- und Nachteile des Einkammerns halten sich ziemlich das Gleichgewicht, und die Entscheidung für eines oder das andere, welche zunächst von den lokalen Verhältnissen abhängig ist, muß von Fall zu Fall der sorgfältigen Erwägung des hegenden Weidmanns überlassen bleiben.

Wenn es irgend thunlich und im Hinblick auf das Vorgesagte ratsam erscheint, dann ist die Belassung des Zuchtstandes im Freien unbedingt und zwar deshalb vorzuziehen, da das regelmäßige Einkammern eine Verweichlichung der Zuchttiere und einen allmählichen, degenerierenden Rückgang der Nachzucht nicht verkennen läßt.

In diesem Falle ist der Abschuß-Etat von Hähnen und Hennen genau festzustellen, und kann der etwa erübrigende Rest überzähliger Hähne durch fach- und revierkundige Jäger beim Aufbäumen am Abend abgeschossen oder aber gefangen werden.

Ungleich schwieriger ist die Standesregelung in bezug auf die Geschlechter bei dem

Auer- und Birkgeflügel, doch wird der fach- und lokalkundige Revierverwalter auch hier nicht ratlos bleiben.

Das genaue Bestatten der Brut und ihrer Resultate einer-, wie auch die Standes-Kontrolle während der Wintermonate und endlich die Entwickelung der Balzperiode, deren Anfänge durchaus ungestört bleiben müssen, bieten genügende Anhaltspunkte, um den Abschuß-Etat in weidgerechter Weise festzustellen.

Einer entsprechenden Vermehrung in hohem Grade abträglich erweist sich auch bei den Hasen das geschlechtliche Mißverhältnis. Man sieht im Frühling oft 6—7 Rammler eine Häsin unablässig verfolgen, und die Liebeswerbungen erweisen sich dann meist so eindringlich, daß nicht die schwächeren Liebeswerber, sondern die umworbene Häsin das Opfer im Kampfe um den Sold der Minne wird.

Doch kann der hegende Weidmann auch hier, wenn auch nur indirekt, doch immerhin wirksam eingreifen.

Die aus scharfer Beobachtung resultierende Erfahrung erweist z. B. beim Hasen, wenn er beunruhigt wird, ein wesentlich verschiedenes Verhalten der Geschlechter. Während der Rammler sofort sein Lager verläßt und flüchtig wird, drückt sich die Häsin zumeist und läßt sich von der Treiberkette übergehen und flüchtet dann nach rückwärts.

Berücksichtigt nun der Jäger dieses viel zu wenig beachtete Moment bezüglich der Verteilung der Schützenstände bei Standtrieben, indem er die Rückseite nur teilweise oder gar nicht besetzt, so wird er durch diese einfache Maßregel das stereotype Mißverhältnis der Geschlechter in sehr wirksamer Weise zu regeln im stande sein, da den Häsinnen mehr Schonung gewährt wird. Bei Streiftrieben mögen mit Rücksicht auf das Vorgesagte die in der Treiberfront eingeteilten Schützen ersucht werden, die hinter derselben aufstehenden Hasen (es sind dies fast ausnahmslos Häsinnen) zu schonen. Auf diese Weise vermag der hegende Weidmann auch hier regelnd einzugreifen, da die Schongesetze den Abschuß während der Rammelperiode, wo die Regelung des Geschlechtsverhältnisses allerdings leichter durchzuführen wäre, verbieten.

Die Schongesetze stehen dießbezüglich auch dem Abschuß überzähliger Hähne in der Rebhühner-Paarzeit zumeist entgegen, und hier soll der hegende Jäger beim Abschuß im Herbste auf die thunlichste Schonung der unschwer erkennbaren Hennen hinwirken, während beim Fangen die Hennen sofort wieder in Freiheit zu setzen wären.

Man darf dießfalls nicht übersehen, daß sich der Hahn nur mit einer Henne paart und nicht wie die meisten andern Hühnervögel der Polygamie huldigt.

In der genauen scharfsinnigen Beachtung des naturgesetzlichen Waltens im belebten Haushalt der Natur gründet sich — ich erlaube mir dies nochmals zu betonen — die Gewähr für eine unter allen, selbst den ungünstigsten Vorbedingungen erfolgreiche weidgerechte Hege und Zucht des edlen Wildes. Unter günstigen bezw. in jeder Richtung zusagenden Standortsverhältnissen lassen sich bei Befolgung der vorangestellten verläßlichen und von mir persönlich erprobten Ratschläge geradezu überraschende Resultate in quantitativer wie auch in qualitativer Beziehung erzielen.

Kein Heger — kein Jäger!

V. Jagd und Fang des Wildes.

A. Die Jagd.

§ 10. Die Jagd in ihrer verschiedenartigen Ausübung stützt sich auf die gesammelten Kenntnisse und Erfahrungen über die Lebensgewohnheiten und die Eigenart der Wildgattungen und resultiert aus denselben.

Die Zeitperioden mit ihren vielfach wechselnden ethischen, sozialen und politischen Einflüssen und schließlich die verschiedenen tellurisch-klimatischen Verhältnisse der Standorte haben dem Jagdwesen unter Anwendung verschiedener Methoden auch ein analoges Gepräge verliehen. Der knapp bemessene Raum gestattet hier lediglich das Bejagen des Wildes in Umrissen zu schildern, doch soll dieser heiklen Aufgabe mit strenger Gewissenhaftigkeit und mit einer sorgsamen Auslese jener Lehren thunlichst entsprochen werden, welche durch praktische Ausübung und Erfahrung geprüft und erprobt sind.

Die Jagd wird ausgeübt:

1. Als Einzel-Jagd d. h. durch einen Jäger, welcher das Wild
   a. am Ansitz;
   b. auf der Birsche;
   c. auf der Suche mit oder ohne Beihilfe von Jagdhunden erbeutet.
2. Als Treibjagen unter Mitwirkung einer Anzahl von Schützen und zwar:
   d. eingestellte Jagden mit Anwendung von Dunkel- und Lichtzeugen oder Lappen;
   e. freie Treibjagden mit Verwendung von Jagdhunden;
   f. freie Treibjagden mit Verwendung von Treibern;
   g. freie Treibjagden mit kombinierter Verwendung von Treibern und Hunden — eventuell auch von Prellnetzen oder Lappen;
   h. Das Aussprengen oder Graben von Fuchs und Dachs mit Beihilfe von Dachshunden;
   i. die Fischotterjagd mit Otterhunden;
   k. die Jagd auf wilde Kaninchen mit dem Frettchen oder mit Treibern.

I.

§ 11. a. Der Ansitz (Anstand) hat den Zweck, das Wild an bestimmten Plätzen in gedeckter Stellung zu erwarten. Für die letztere genügt zumeist ein gut bemantelter Stamm, ein Graben oder Felsblock unter Zuhilfenahme einiger Aeste. Ein eigens aus Reißig und möglichst unauffällig hergerichteter Schirm oder ein Hochstand, d. h. ein in entsprechender, die nächste Umgebung dominierender Höhe angebrachter Schirm, welcher den Jäger aufnimmt, repräsentieren die künstlichen, gleichem Zwecke dienstbaren Vorrichtungen. Gekünstelte Konstruktionen entsprechen, da sie das zu bejagende Wild mißtrauisch machen oder gänzlich vergrämen, durchaus nicht, und der praktische Jäger bedarf deren auch unter keinen Umständen, da er das beste Material für einen zweckentsprechenden Ansitz stets bei sich führt: Gut entwickelte, geübte Sinne, scharfsinnige Benützung des Terrains, und — Ruhe!

Beim Bejagen hohen Wildes, und wenn es gilt, bestimmte Individuen, wie jagdbare Hirsche, Gelttiere u. dgl. zu erlegen, ist die Anlage von stabilen Blenden an Rändern von Waldwiesen und geeigneten Plätzen, und von Hochständen zu empfehlen.

Während die Ersteren mit Reisig der dominierenden Holzart verflochten, oder besser noch durch eine lebende unter der Schere zu haltende Hecke ∧, ⌐|, ¯ dauernd errichtet werden, konstruiert man letztere am zweckmäßigsten in folgender Weise: drei oder vier am unteren Ende angekohlte Rundhölzer werden derart fest in den Boden gerammt, daß sie als Stützpunkte für einen drei- oder viereckigen Rahmen dienlich werden. Auf diesen Rahmen werden nun die, den Boden bildenden Bretter, jedoch nur in loser Aneinanderreihung aufgenagelt, um einerseits das Regenwasser abfließen zu lassen, und das Knarren zu verhindern. Rings um den Rahmen wird überdies eine aus Waldlatten gefertigte mit Reißig verflochtene Blende befestigt, und lediglich eine Lücke an der Rückseite zum Einlaß des Schützen belassen. Der Auf- und Abstieg wird durch eine feste, mit kantigen Sprossen versehene Leiter vermittelt. Einige mit Ballen verpflanzte, stärkere Nadelhölzer blenden solche Hochstände (Kanzeln) am zweckentsprechendsten.

Die Gepflogenheit, stehende Randbäume zur Errichtung von Hochständen derart zu benutzen, daß selbe mit eingerammten Säulen verbunden werden, ist deshalb verwerflich, weil das Gefüge durch Stürme gelockert wird, und auch bei geringeren Luftströmungen unaufhörlich knarrt. Die den Boden des Hochstandes bildenden Bretter können mit Rasenziegeln belegt werden.

Der vorbeschriebenen Errichtung von Schirmen und Hochständen muß indeß eine dominierende Obliegenheit vorangestellt und sachkundig erfüllt werden: das weidgerechte Bestatten der Wechsel, welche das Wild einzuhalten pflegt, der Plätze und Oertlichkeiten, auf welche es zur Aesung zieht, und die Feststellung der Zeit, zu welcher dies in der Regel geschieht.

Diese Jagdmethode wird auch auf verschiedene Gattungen des Niederwildes angewendet und es gelten im allgemeinen auch diesfalls die vorangeführten Regeln.

Der Ansitz ist für den angehenden Berufsjäger ein höchst schätzbarer Lehrbehelf, da das Frequentieren desselben die Sinne in hohem Maße übt und schärft und den Beobachter überdies mit den Gewohnheiten und der Eigenart des Wildes vertraut macht.

Der Ansitz im Verein mit der im folgenden Abschnitte zu erörternden Einzeljagdmethode wird dem Berufsjäger, sofern er von beiden zielbewußten Gebrauch macht, eine Fülle von Lehren und Erfahrungen bieten, während sie denselben mit den Wechseln des Wildes, den Standesverhältnissen desselben und mit seinem Verhalten vertraut und somit in weidgerechtem Sinne revierkundig machen.

Mit dem Ansitz steht auch das Bejagen von Flug- und Haarraubwild in Verbindung und zwar der Abschuß größerer Raubvögel nach dem Aufbäumen am Abend, die Horstjagd, d. h. der Abschuß der brütenden Raubvögel, die Hüttenjagd mit dem Uhu, und endlich der Ansitz in der Luderhütte [11]).

Abschuß nach dem Aufbäumen. Zu diesem Behufe begibt sich der Jäger vor Sonnenuntergang im Spätherbste und im Winter an solche Stellen im Walde, von welchen aus das Einstreichen der größeren, die Nachtruhe aufsuchenden Raubvögel beobachtet werden kann. In der Regel sind es erfahrungsgemäß bestimmte Distrikte, welche die geflügelten Räuber diesfalls bevorzugen, in manchen Revieren sind es sogar bestimmte alte Bäume, welche sie mit Vorliebe als Schlafstätte wählen.

Nach Sonnenuntergang schleicht man dann vorsichtig heran und wird zumeist auch in Schußnähe gelangen.

Bei der Horstjagd muß man das Ende der Brutperiode abwarten, um der alten Vögel habhaft zu werden, oder man bezieht einen unauffällig in Schußnähe des Horstes erbauten Schirm zur Zeit, wo die Alten Raub zutragen.

Die Hüttenjagd mit dem Uhu dient gleichfalls dem Zwecke, das Raubflugwild jeglicher Art, vom Adler bis herab zum Würger, thunlichst zu vermindern.

Zu diesem Behufe baut man kleine Erdhütten, oder gedeckte Schirme aus Reißig, welche rings mit Schußöffnungen versehen werden und befestigt den Uhu auf einer in den Boden festgerammten Tförmigen Krücke in einer Entfernung von etwa 25 Schritten. Die Hüttenjagd fordert unausgesetzte Aufmerksamkeit und einen geübten Flugschützen, da die auf den Uhu stoßenden Raubvögel, Krähen und Elstern, in der Regel selten auf den zu diesem Zwecke unweit von der Krücke des Uhus hergerichteten entlaubten Stamm aufhacken.

Die Luderhütte, in ihrer Konstruktion jenen halb in den Erdboden versenkten, möglichst unauffälligen Hütten ähnlich, welche zur Raubvogeljagd mit dem Uhu verwendet werden, dient dem Jäger als gedeckter Ansitz auf Haarraubwild, welches durch einen in

11) Siehe Lehr- und Handbuch für Berufsjäger des Verfassers.

Schußnähe ausgelegten Köder — Luder — angelockt wird. Zu diesem Zwecke kann man Fallwild, wohl auch tote Pferde, Schafe, Ziegen und auch Hauskatzen verwenden.

Die Luderhütte muß an einem vollkommen ruhigen, von Kommunikationen weit abliegenden Orte, welchen erfahrungsgemäß Wechsel des Raubwildes kreuzen, erbaut und innen derart eingerichtet sein, daß der Jäger auch in rauhen Winternächten einige Stunden am Ansitz auszuharren im stande sei. Nachdem durch mehrere Nächte der ausgelegte Köder aufgenommen wurde, macht man vor Sonnenuntergang, in entsprechend weiter Peripherie der Luderhütte ein Geschleppe, indem man an einer Rebschnur befestigt, frisches Gescheide oder eine gebratene Katze hinter sich schleift und endlich am Luderplatz ablegt. Vorteilhaft ist es auch, die eigene Beschuhung mit dem gleichen Materiale zu verwittern, wenn man die Hütte bezieht.

In schnee- oder mondhellen Nächten ist ein solcher Ansitz oft sehr lohnend und läßt die Beschwerden ertragen und vergessen, welche diese Jagdmethode dem Jäger verursacht

b. Die Birsche.

Diese einfachste zugleich aber auch schwierigste Methode des Jagdbetriebes fordert vielseitige und ausgebildete Fähigkeiten.

Die genaueste Kenntnis der Natur und Eigenart des zu birschenden Wildes, durchdachte Benützung des Terrains und rascher Ueberblick der momentanen Situation, ein scharfes — das geringste Zeichen deutendes Auge, eine geübtes, jeden Laut unterscheidendes Ohr, Besonnenheit und Ruhe, blitzschnelles Handeln wo's gilt — dies sind in knappem Umriß die unerläßlichen Eigenschaften des Birschjägers.

Mühe, Zeit und vor allem das „Zeug" d. h. eine Summe angeborener Fähigkeiten fordert die Birsche, bevor an ihre erfolgreiche Ausführung gedacht werden darf, und diese überaus anregende, unstreitig den ersten Rang beanspruchende Art des Jagens verdient es, die hohe Schule des Weidwerks genannt zu werden.

Es ist kaum möglich, durch das geschriebene Wort auch nur annähernd Genügendes in bezug auf die Birsche zu lehren, da das Verhalten des Jägers stets von den lokalen und momentanen Verhältnissen abhängig bleibt. Was heute unter besonderen Umständen ein derber Fehler sein mag, kann morgen das volle Gegenteil werden, und es ist ein Charakteristikon des erfahrenen Birschjägers, daß er sich günstige Chancen schafft und erzwingt.

Das Wenige, was sich eben beschreiben läßt, will ich in knappen, nur Erprobtes bietenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Farbe des Jagdkleides soll durchaus unauffällig, deren Zuschnitt bequem sein, und die Beschuhung einen geräuschlosen Tritt gestatten.

2. Ausrüstungsstücke, wie ein Fernglas, Patronentasche, eventuell ein Jagdhorn, soll der Birschjäger stets an einer Kuppel um die Mitte des Leibes, nicht aber an Riemen und Schnüren über die Schulter tragen, da dies beim Vorbeugen des Oberkörpers vielfach hinderlich und unbequem wird.

3. Beim Birschgang muß man ruhig und stets mit dem ganzen Fuße auftreten, um erforderlichenfalles sofort unbeweglich stehen bleiben zu können. Das vielfach beliebte Schleichen auf den Fußspitzen ist ebenso ermüdend als unpraktisch.

4. Beim Anbirschen trachte man nur insoweit Deckung zu finden, als dieselbe die unausgesetzte Beobachtung des Wildes und seines Verhaltens nicht beeinträchtigt.

Sobald das Wild verhofft, bleibe man, wenn auch momentan minder gut gedeckt, unbeweglich stehen, und setze erst dann die Annäherung fort, wenn das Wild sich wieder völlig beruhigt hat.

5. Das Wild wittert scharf, und versteht es auch, die Laute, die sein vorzügliches Gehör vernimmt, zu unterscheiden; die Sehorgane sind minder entwickelt und erweisen

ein weit geringeres Unterscheidungsvermögen, wenn nicht auffällige Farben etwa oder unzeitige Bewegungen das Wild mißtrauisch machen.

6. Schmält (schreckt) das Wild, dann hat es den Menschen als solchen in der Regel noch nicht erkannt. Der Birschjäger soll deshalb regungslos ausharren, da sich das Wild nicht selten wieder beruhigt und eine Annäherung in Schußnähe doch noch möglich wird.

7. Revierkundigkeit und die Vertrautheit mit den Lebensgewohnheiten des Wildes, begünstigen die Birsche in hervorragendem Maße. Es finden sich in jedem Revier gewisse nicht näher definierbare Stellen, auf welchen das umherziehende Wild mit Vorliebe verweilt, und diese soll der Jäger kennen und — auch als solche erkennen.

8. Gilt es einen starken Hirsch oder Rehbock zu erbeuten, dann ist es vor allem nötig, fährtegerecht seinen Standort und seine Wechsel auszumachen (zu bestatten), nur möge sich der noch minder erfahrene Jäger die Mühe sparen, dies dort zu versuchen, wo zahlreiche Wildfährten zu spüren sind. Jene grämlichen und sehr schlauen alten Recken lieben außerhalb der Brunstperiode die Einsamkeit, und diese stets zutreffende Regel ist somit zu beachten.

9. Die sorgsame Beachtung der Windrichtung ist wohl selbstverständlich, doch möge hier auch die Erfahrung Ausdruck finden, daß das Wild starke Luftströmungen so viel als möglich meidet, und demnach stets in geschützten Lagen zu suchen ist.

10. Vor Abgabe des Schusses präge man sich den Ort, wo das zu erlegende Wild steht, genau ins Gedächtnis, um, wenn es nicht im Feuer stürzt, den Ausriß sofort finden und verbrechen zu können.

11. Pflicht des Jägers ist es, mit strenger Genauigkeit den Anschuß zu prüfen und nach Schweiß und Abschußhaar zu suchen. Es ist keineswegs der Beweis eines Fehlschusses, wenn sich an Ort und Stelle, wo das Wild im Augenblick stand oder zog, weder Schweiß noch Haar findet, und deshalb ist es geboten, der Fährte entsprechend weit zu folgen, und auf deren Prägung zu achten. Stark gespreizte und geschobene Eingriffe der Schalen sind ein selten trügliches Zeichen, soferne selbe diesen Charakter beibehalten. Ist die Stellung der Schalen enger, und findet man, daß das flüchtende Wild, nach etwa 100—200 Schritten verhoffend stehen blieb, dann ist es als gefehlt anzusprechen, und die weitere Nachsuche abzubrechen.

12. Die Nachsuche, wenn das beschossene Wild getroffen — angeschweißt wurde, ist stets erst nach etwa einer Stunde vorzunehmen.

Der erfahrene Birschjäger erzwingt sich günstige Erfolge, und was man in solchen Fällen „Glück“ zu nennen pflegt, ist einfach die Folge eines korrekten sachkundigen Vorgehens.

In ausgedehnten Waldrevieren, deren Wildstandsverhältnisse diese ungemein interessante Jagdmethode begünstigen, ist die Anlage eines Netzes von Birschsteigen (schmalen Pfaden) sehr empfehlenswert. Die Führung der Birschsteige muß die Wechsel und Aesungsplätze des Wildes zweckentsprechend kreuzen und säumen, und die Berufsjägerei möge es sich bei der Anlage der durchaus unauffällig herzustellenden Pfade gegenwärtig halten, daß sie sich eben mit derselben ein Zeugnis über Berufstüchtigkeit ausstellt [12]).

Ein inkorrekt angelegter Birschsteig wird den Jagderfolg zumeist schädigen, statt ihn zu fördern.

Am Schlusse dieses Abschnittes möge auch die knappe Schilderung von zwei, anspannenden, aufregenden Episoden überaus reicher Methoden der Einzeljagd Raum finden:

---

12) Detaillierte Beschreibungen und Instruktionen über die Birsche und die Anlage von Birschpfaden finden sich in den jagdzoologischen Monographien, das Reh, das Edelwild und der Wildpark des Verfassers.

Das Anschreien des Edelhirsches mit dem Hirschruf und das Anblatten des Rehbockes während der Brunst.

Für beide Zwecke wird eine namhafte Zahl meist sehr problematischer Instrumente angepriesen, doch sind es eben nur sehr wenige, welche denselben auch thatsächlich entsprechen.

Als Hirschruf empfehle ich auf Grund persönlicher und reicher Erfahrung lediglich die Triton-Schnecke — und speziell die aus dem indischen Ozean kommende Art dieser Muschel in der Länge von 24 und einem Durchmesser von 11 cm. Die Schwanzspitze der Muschel läßt man, um sie zum Hirschruf zu gestalten, in der Länge von 3 cm absägen, wodurch das kunstlose Mundstück desselben hergestellt wird. Am entgegengesetzten Teile läßt man eine kleine Oeffnung bohren, durch welche dann eine Umhängeschnur gezogen werden kann.

Das Nachahmen des Brunstschreies fordert ein gutes Gehör, gute Lungen und Uebung. Der Brunstplan ist diesfalls die beste Gesangsschule und der Platzhirsch und die Beihirsche die berufenen Lehrkräfte für den Jäger. Ein gutes musikalisches Gehör ist deshalb absolut notwendig, weil der Ruf auf der Muschel stets um 1—2 Töne der Skala höher genommen werden muß, da ihm sonst der herausgeforderte Platzhirsch keine Folge leistet.

Zum Anblatten der Rehböcke bedient man sich zwei verschiedener Instrumente u. z.: des Fipp- und des Angstruf-Blatters. Der erstere ahmt den Lockruf der brunstigen Rehe, der andere den schrillen Angstlaut eines vom Rehbock hart bedrängten Schmalrehes nach. Auch hier gilt es, sich die verschiedenen Töne genau in's Gedächtnis zu prägen, um dann eine richtige Wahl und Stimmung der Blatter vornehmen zu können.

c. Die Suche mit dem Vorstehhunde.

Diese Art der Einzeljagd gilt dem Niederwilde und zwar zunächst dem Wildgeflügel und dem Hasen.

Ein fermer — schuß- und hasenreiner Hund ist diesfalls dem Jäger unentbehrlich, und es wird in einem der folgenden Abschnitte kurz erörtert werden, auf welche Weise die natürlichen Anlagen dieses edlen Tieres dem Weidwerk dienstbar zu machen sind.

Die Ausführung der Suche muß — wie jede Art des Jagens — auf den Lebensgewohnheiten des zu bejagenden Wildes basiert werden und resultiert speziell aus dem eigenartigen Verhalten der meisten Niederwildgattungen, welches sie weit häufiger veranlaßt, der nahenden Gefahr zunächst durch den Versuch des Verbergens — „Drückens“ — statt durch die Flucht zu entgehen.

Mit Rücksicht auf die scharf entwickelten Sinne des „Vernehmens“ und „Windens“, welche dem Wilde eigen sind, muß die Suche stets gegen die Windrichtung unternommen werden, und wird dieselbe bei ruhiger mäßig bewegter Luft weitaus ergiebiger sein, als an rauhen stürmischen Tagen.

Die Suche auf Hasen wird am erfolgreichsten im Herbste unternommen, wo die noch im Felde befindlichen Hackfrüchte und Futterbreiten genügende Deckung bieten und das Wild gut hält. In diesen, auf Bruchäckern und in Waldschlägen, wählt der Hase mit Vorliebe sein Lager und wird, wenn er nicht wiederholt daselbst gestört wird, seinen Stand auch beibehalten.

Die Suche auf Rebhühner beginnt weidgerecht und ohne Rücksicht auf die in einzelnen Ländern etwa schon früher ablaufende Schonzeit erst dann, wenn die jungen Hühnervölker gut flugbar geworden und in der Mehrzahl ihr Jugendkleid bereits gewechselt haben. Auch hier gilt das Vorgesagte bezüglich der Ausübung der Suche. Die Gewohnheit der Rebhühner, sich am Morgen, nach eingenommener Nahrung (Weide), völkerweise zusammenzurufen und vereint an Orten einzufallen, welche denselben übertag Ruhe und Deckung gewähren, und die Erfahrung, daß die einzelnen Völker, soferne sie nicht gewaltsam und wiederholt vertrieben werden, immer denselben Ort wählen, wo sie während des

Tages liegen, erleichtert und begünstigt diese ebenso angenehme als anregende Jagdmethode.

Zu Ende des Herbstes, wo die Hühner auf den Ackerflächen nur mehr ungenügende Deckung finden, halten sie die Annäherung des revierenden Vorstehhundes nicht mehr aus, und die Suche wird nun andern Jagdmethoden Raum zu gewähren haben.

Die Suche nach Wildenten — speziell der in den heimischen Revieren am zahlreichsten vorkommenden Stockenten (Anas boschas) wird am ergiebigsten in jener Zeitperiode sein, in welcher die Ketten flugbar werden. Da dies von Fall zu Fall von dem Verlauf der Brutperiode abhängig ist, so hat der Jäger die Obliegenheit, die einzelnen Ketten, soweit dies ohne Störung geschehen kann, genau zu beachten und mit der Suche zu beginnen, sobald die jungen Enten bei Tagesanbruch der führenden Mutter fliegend und nicht nur flatternd über den Wasserspiegel folgen. Später halten die flugbar gewordenen Enten nicht mehr, und wird die Suche auch diesfalls durch andere Jagdmethoden ersetzt werden müssen.

Die Suche auf das übrige Niederwild wird gleichfalls in der vorbeschriebenen, stets aber auch der Eigenart der Wildgattung Rechnung tragenden Weise ausgeführt.

II.

§ 12. d. Eingestellte Jagden mit Anordnung von Dunkel- und Lichtzeugen oder Lappen.

Diese für Prunkjagden angewendete, sehr namhafte Opfer an Zeit, Mühe und Kosten neben vorzüglicher Fach- und Lokalkenntnis fordernde Methode ist in unseren Tagen nur in seltenen Fällen mehr durchführbar.

Zu diesem Behufe wurde das Wild durch kombiniert konzentrisch vorgehende Treiberlinien aus den umliegenden Distrikten gegen den für das eingestellte Jagen bestimmten Boden langsam und vorsichtig getrieben bezw. angedrückt. Dieses Antreiben nahm oft mehrere Tage und eine sehr namhafte Zahl von Hilfskräften in Anspruch, und es mußten am Schlusse jeden Tagwerkes die abgetriebenen Distrikte durch unterhaltene Feuer, mit Netzen, Tüchern und Blendzeug (Lappen) verstellt werden, um das Wild am Durchbrechen zu hindern.

War das Wild endlich in dem für die Jagd bestimmten Boden zusammengedrängt, dann wurden rasch von mehreren vorher bestimmten Punkten aus die Zeuge gestellt und so das Wild „gesperrt“.

Der knappe Raum gestattet es nicht, diese Jagdmethode in ihren vielfachen Details zu schildern und ich will nur eine kurze Beschreibung der Zeuge hier folgen lassen, deren Anwendung teilweise auch noch in der Gegenwart stattfindet [13]).

Das Dunkel-Zeug oder die Tücher waren 150—160 Schritte lang und je 2 m (für Edelwild) 1. 75 m (für Dam- und Schwarzwild) 1. 60 m (für Rehwild) hoch und aus starker, ungebleichter Leinwand angefertigt.

Das lichte Zeug oder die Netze waren aus Schnüren von 1 cm Stärke mit 16 cm im Geviert haltenden Maschen gestrickt und werden in gespannter Aufstellung zu gleichem Zwecke wie die Dunkelzeuge zum Einstellen, oder aber — „busenreich“ gestellt — zum Fangen des Wildes verwendet.

Die Prellnetze für Niederwild werden aus leichteren Schnüren mit entsprechend kleineren Maschen gestrickt und in Feldern von je 50 Schritten Länge und 1—1,25 m Höhe hergestellt.

Der Niederjagd dienstbar sind überdies auch Steckgarne aus drei besonderen

13) Siehe die Monographie „Edelwild“ und „Lehr- und Handbuch für Berufsjäger“ des Verfassers.

leichten dichtmaschigen Netzen bestehend, von welchen die beiden äußersten spiegelig, das mittlere zum Fangen bestimmte Inngarn mit gewöhnlichem Gemäsche gestrickt wird.

Das Blendzeug oder die Lappen werden auf zweifache Weise hergestellt.

Die meist nur zur hohen Jagd verwendeten Tuchlappen bestanden aus 40 cm breiten, 60 cm langen, auf starken Rebschnüren aufgezogenen, lose herabhängenden Tüchern aus Woll- oder Leinenstoffen gefertigt.

Die Federlappen werden angefertigt, indem man in Intervallen von 30 cm je zwei breitfahnige bunte Federn in eine leichte Rebschnur einknüpft. Diese Lappen werden auf Haspel aufgewunden.

Wimpellappen. Die Erfahrung, daß die Tuchlappen teuer, ihre Aufstellung umständlich und endlich ihre Wirksamkeit sich mitunter problematisch gestaltete und daß die Federlappen der gleiche Vorwurf trifft, ließ mich eine Art von Blendzeug erfinnen, welche den gerügten Uebelständen abhelfen.

Die einfache Herstellung der Wimpellappen ist folgende:

Das Material ist ein ächtfärbiger Fahnen- (Flaggen-)Stoff von roter und schwarzer oder roter und gelber Farbe.

Man zerteilt nun die Stoffe in je handbreite Streifen von 60—100 cm Länge und knüpft je zwei doppelfarbige Streifen in gleichmäßigen Entfernungen von je 40 cm in eine festgedrehte leichte Rebschnur mittelst einer einfachen Zugschlinge ein. Die Schnüre können eine Länge von 100 m haben und werden einfach in meterlange Schleifen aufgenommen und zum Transport oder zur Aufbewahrung mit dem Ende der Rebschnur geknüpft.

Ein Mann kann selbst in unwegsamem Terrain bequem 4 bis 6 Bund Lappen tragen, welche eine Strecke von 400—600 Meter vorstellen.

Zur Aufstellung von je 8—12 Bund Wimpellappen sind zwei Mann erforderlich, und zwar einer, der die Bunde, nachdem das Ende der Rebschnur an einen Baum befestigt wurde, im Weiterschreiten entfaltet, während sie der Zweite zweckentsprechend an den Aesten des Holzbestandes — wenn thunlich stets an der gegenüberliegenden Anwand aufhängt. Sollen die Wimpellappen über unbestockte Flächen gezogen werden, so genügt hiezu eine Anzahl leichter unten zugespitzter Stellstäbe von 2 m Höhe, an deren gegabelten oder mit einem eingeschraubten Hacken versehenen oberen Ende die Schnüre aufgezogen werden.

Diese Wimpel-Lappen, leicht und überall transportabel, sind gegen den geringsten Luftzug empfindlich, werden von jeder Art Wild — selbst wenn es forçiert wird — absolut gemieden, und ich darf deren Anwendung, gestützt auf persönlich und vielfach vorgenommene Proben, unbedingt empfehlen.

Ihre Anwendung ist eine vielfache und ich will diesbezüglich nur zwei Beispiele aus der Praxis herausgreifen.

Gilt es in der Feistzeit einen umfangreichen Jagdboden zu treiben und sind nur wenige Schützen zur Verfügung, dann verstellt man die beiden Flanken und die Stirnseiten des Triebes (Jagdbodens) rasch und lautlos mit Lappen und besetzt die Rückwechsel mit Schützen. Es genügen dann einzelne wenige lokalkundige Treiber, um das Wild rege zu machen und sicher zu Schuß zu bringen.

Einzelne bestattete Hirsche, Rehböcke, Sauen oder Füchse können mit Beihilfe der Wimpellappen mit absoluter Sicherheit selbst einem Schützen vor den Lauf gebracht werden.

e. Freie Treibjagen mit Verwendung von Jagdhunden.

In Revieren, deren unwegsames Terrain eine geordnete Verwendung von Treibern hindert oder wo die Beistellung einer genügenden Zahl derselben unthunlich ist, werden Wildbodenhunde (Bracken) oder Dachshunde zweckdienlich verwendet. Letztere sind unbedingt vorzuziehen, da sie das Wild weniger scharf jagen als die hochläufigen Bracken.

Nachdem die Stände besetzt sind, werden die Koppeln der zum Jagen bestimmten Hunde von ihren Führern in den Trieb an geeigneter Stelle eingeführt, abgehalst und unter ruhigem Zuruf zur Suche angefeuert.

Das Treibjagen mit Hunden sollte nur dort geübt werden, wo eine andere Treibjagdmethode undurchführbar erscheint, und fordert ein ausgedehntes Jagdgebiet. Nachdem das Wild durch jagende Hunde und insbesondere durch Bracken in hohem Grade beunruhigt wird, soll man bei Feststellung des Jagdplanes diesem Umstande stets Rechnung tragen und dafür sorgen, daß das ausgebrochene Wild aus seinem Zufluchtsorte nicht nutzlos versprengt werde. Die mit der Führung der Hunde betrauten Jäger sollen nur ferme weder unfolgsame noch weidlaute Hunde zur Jagd führen, da solche den Jagderfolg weit eher beeinträchtigen als fördern.

Die Jagd auf Schwarzwild mit Saufindern, von welcher in einem folgenden Abschnitte das nötigst Wissenswerte eingereiht wird, ist eine hochinteressante an spannenden Episoden überreiche Jagdmethode, welche, gut geführt, auch sichere Erfolge bietet.

f. Freie Treibjagden mit Verwendung von Treibern.

Die Wildgattung und das Jagdterrain in ihrer Eigenart bilden die maßgebenden Momente für den Jagdplan und seine Ausführung, und es sollen mit Rücksicht hierauf die verschiedenen Methoden in Kürze beschrieben werden.

1. Das Edel-, Dam- und Rehwild — insbesondere das erstere und das letztere lassen sich selbst durch dichte Treiberketten auf weitere Strecken nur schwer vorwärts treiben und brechen zumeist nach rückwärts durch. Auf diese erfahrungsgemäße Gewohnheit der vorgenannten Wildgattungen ist somit bei der Wahl und Bestimmung der Schützenstände Rücksicht zu nehmen, auch ist es geraten, Triebe, welche eine größere Ausdehnung haben und dem Wilde gute Deckungen bieten, doppelt, d. h. nach vor- und rückwärts nehmen zu lassen (zu hobeln).

2. Das Schwarzwild läßt sich wohl besser vorwärts bringen, doch entwickelt es — öfter bejagt — einen so hohen Grad von Vorsicht, Schlauheit und — wohl auch von trotziger Wildheit, daß zur Führung einer solchen Jagd Umsicht, Fach- und Lokalkenntnis im besonderen Maße erforderlich sind.

3. Treibjagen auf Raubwild fordern neben der genauesten Kenntnis des Terrains und der Wechsel eine vorsichtige, rasche und lautlose Inszenierung, und werden sich nur in solcher Ausführung erfolgreich erweisen.

4. Treibjagen auf Hasen und sonstiges Niederwild werden in verschiedener, den lokalen und territorialen Verhältnissen angepaßter Weise ausgeführt.

Das Standtreiben. Der Jagdboden wird an der Stirnseite mit Rücksicht auf die Windrichtung — eventuell werden auch beide Flanken mit Schützen besetzt und das Wild dann durch eine in gerader Linie vorgehende Treiberfront gegen die Schützen getrieben.

Das Kesseltreiben wird in Feldrevieren ausgeführt, indem die Schützen und Treiber in zweckentsprechender Verteilung von einem Punkt nach zwei Seiten auslaufend einen Kreis bilden. Sobald dieser Kreis geschlossen ist, bewegen sich Schützen und Treiber langsam und gleichmäßig gegen das Zentrum des sich allmählich verengenden Kreises. Ist diese Verengung des Kreises insoweit erfolgt, daß das Schießen nach einwärts unstatthaft wird, dann darf auf das diesbezüglich verabredete, vom Führer des Jagens zu gebende und von den etwa eingeteilten Berufsjägern zu wiederholende Signal nur mehr auf jenes Wild geschossen werden, welches den Kreis verlassen hat.

Das Streifjagen basiert auf der zutreffenden Erfahrung, daß sich das Wild eben nur eine gewisse Strecke noch vorwärts treiben läßt, dann aber unter allen Umständen und trotz der dichtgereihten Treiberkette bemüht ist, auf seinen gewohnten Standort zurückzukehren.

Das Streifjagen wird in folgender Weise eingerichtet:

An der Stelle des Feldrevieres, von welcher der Streiftrieb beginnen soll, wird eine gerade Linie in jener Ausdehnung abgesteckt, welche der Größe des Jagdterrains und der Anzahl der Schützen und Treiber entspricht. Zwischen je zwei Treibern kann ein freier Raum von etwa 10 Schritten und für die Entfernung der Schützen von einander können je 100—150 Schritte berechnet werden.

Senkrecht auf die vorerwähnte Frontlinie werden an den Endpunkten (den Flügeln) derselben und im Zentrum unter einander parallele Linien die ganze Strecke entlang abgesteckt, welche für den Streiftrieb bestimmt ist und mindestens eine Länge von 2—3000 Schritten betragen soll. Ist die Treibfront über 600 Schritte breit, dann muß die Zahl der senkrecht auf die Front markierten Richtungslinien entsprechend vermehrt werden.

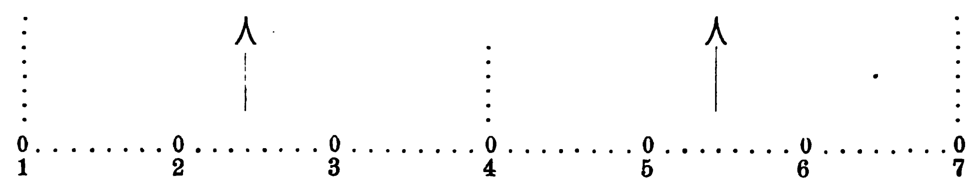
In Intervallen von je 500 Schritten werden Halt-, bezw. Richtungslinien markiert, auf welchen angelangt die Treibfront stehen bleibt, das erlegte Wild ablegt und sich neuerdings zur Fortsetzung des Triebes ordnet. Alle Bewegungen beim Streifjagen werden durch Hornsignale geleitet.

Der folgende Streiftrieb kann parallel mit der abgejagten Strecke in umgekehrter Richtung abgesteckt werden.

Namhafte Frontveränderungen sind thunlichst zu vermeiden, und sofern dies unthunlich ist, durch entsprechende Halt- und Richtungslinien zu vermitteln.

Bei Waldjagden soll auf das bestehende Netz von Bestandslinien, Schneißen und Wegen zweckentsprechend Rücksicht genommen werden.

An den Flügeln der Treibfront läuft eine entsprechende Zahl von Treibern die Richtungslinien entlang in regelmäßigen Abständen aus, welche als Wehren fungieren und sich gleichmäßig mit der Treibfront fortbewegen. Innerhalb der Wehren können gleichfalls Schützen eingeteilt werden.



Plan eines Streiftriebes für 7 Frontschützen, 48 Front- und je 36 Wehr-Treibern.

Die letzte Richtungs-, bezw. Haltlinie des Streiftriebes soll — sofern keine Prellnetze in Verwendung stehen, in der Entfernung von mindestens 400 Schritten vom Endpunkte des Streifterrains abgesteckt werden. Auf dieser angelangt, bleiben die Schützen stehen, während die Fronttreiber rechts und links abschwenken, sich mit den Wehrtreibern vereinigen und unter Führung der Revierjäger den Rest des Streifterrains gegen die stehengebliebenen Schützen durchtreiben. Die Streifjagd ermöglicht es, ein entsprechend großes Terrain mit wenigen Schützen und sehr günstigen Erfolgen in relativ kurzer Zeit in einer Weise abzujagen, welche den Interessen des Wildertrages und den Prinzipien einer rationellen Hege in weit höherem Grade entspricht, als die übrigen Treibjagdmethoden.

g. Freie Treibjagen mit kombinierter Verwendung von Treibern und Hunden — eventuell auch von Prellnetzen und Lappen.

Die Einrichtung solcher Jagden ist von lokalen Verhältnissen abhängig und muß von Fall zu Fall dem Zwecke nach jeder Richtung angepaßt werden, welchem sie dienlich sein soll. Der knappe Raum gestattet lediglich ein Beispiel aus der Praxis anzuführen, welches die Führung eines solchen Jagens anschaulich macht:

Ein Waldterrain — überwiegend mit dichten Schonungen und Stangenhölzern bestockt — in welchem Feistthirsche stehen, soll abgejagt werden.

Nachdem einzelne Teile mit Lappen verstellt und die Schützen verteilt sind, beginnt die Treibfront vorzugehen. Zwischen den Treibern sind Revierjäger als Führer eingeteilt, welche je 2—3 kurzläufige für's Jagen abgeführte Dachshunde an Riemen führen.

Sobald nun ein Hirsch die Treibfront durchbricht, eilt der zunächst eingeteilte Jäger zur Stelle und legt einen der abgehalsten Dachshunde zur Fährte.

Diese Praxis parallisiert in wirksamer Weise das schlaue Verhalten des Hirsches, welcher in der Regel, nachdem er die Treiberkette durchbrochen und eine kurze Strecke flüchtig fortgezogen, ruhig und gedeckt stehen bleibt. Der tapfere Hund folgt der Fährte des Hirsches mit lautem Halse und belästigt den Hirsch so lange bis derselbe zum Austreten veranlaßt und so zu Schuß gebracht wird.

Scharf jagende hochläufige Bracken sollen für die vorbeschriebene Jagdweise keinesfalls verwendet werden, nachdem sie den Hirsch in vollster Flucht heraussprengen, während er vor seinem krummbeinigen Verfolger zumeist nur trollend oder auch ruhig ziehend die Schußlinie passiert.

h. Das Aussprengen oder Graben von Fuchs und Dachs mit Beihilfe von Dachshunden.

Das Aussprengen der Füchse erfolgt im Winter namentlich während der Rollzeit, und auch im Frühjahr am erfolgreichsten, wenn junge Füchse im Bau bestattet sind. Nachdem der Bau als befahren angesprochen ist und man sich über die Zahl und Lage der Röhren genau informiert hat, besetzt man dieselben in zweckentsprechender Weise mit Schützen oder verschlägt einen Teil derselben und läßt dann den Dachshund, nachdem ihm die Halsung abgeschnallt worden, einfahren.

Die vielverbreitete Ansicht, daß der einfahrende Dachshund den Fuchs sofort angreifen solle, ist durchaus irrig. Der ferme Dachshund wird den Fuchs eben nur unausgesetzt beunruhigen, bis er ihn durch seine Beharrlichkeit zwingt, den Bau zu verlassen. Scharfe unkluge Angriffe zwingen den Fuchs zu energischer Gegenwehr, die den Hund zumeist ernstlich gefährdet, ohne den eigentlichen Zweck — das Aussprengen — zu erreichen.

Verläßt der Fuchs den Bau nicht bald nach dem Einfahren des Hundes und verrät das Lautgeben desselben von einer Stelle, daß sich der erstere verschanzt — verklüftet hat — dann muß man zum Graben des Fuchses schreiten. Nachdem man mit Beihilfe des Gehöres die Stelle genau bestimmt hat, an welcher der Hund vorliegt, läßt man einschlagen und faßt, wenn mit der nötigen Vorsicht die Röhre durchgeschlagen ist, den Fuchs mit der Dachszange [14]).

i. Die Fischotterjagd mit Otterhunden.

Das unstäte Wanderleben des Otters, welcher innerhalb eines oft stundenweiten Distriktes bald da, bald dort seine Räubereien ausführt, macht den Ansitz, trotzdem dieses Wild die Stellen, wo es in das Wasser und aus demselben steigt, ziemlich konstant beibehält, doch nur vom Zufall abhängig.

Weitaus erfolgreicher ist das Jagen auf den Otter mit eigens für diese Zwecke gezüchteten, erzogenen und dressierten Hunden.

Man zieht dann entlang der Ufer und läßt die Hunde suchen, um zu konstatieren, ob der Otter in einem seiner Schlupfwinkel (Baue, unterwaschene Wurzelstöcke) eingefahren sei. Vorteilhaft und der Dressur der Otterhunde förderlich ist es, den Wasserlauf in entsprechender Ausdehnung stromauf- und abwärts mit Netzen abzuschließen, deren unterer Teil gut verankert sein muß, um das Durchschlüpfen des Otters zu verhindern.

Der von den Hunden beunruhigte Otter verläßt zumeist bald seinen Schlupfwinkel und taucht blitzschnell in's Wasser, um sich durch die Flucht zu retten, und kann nun mit der Feuerwaffe erlegt werden oder man läßt ihn durch die Hunde abwürgen.

14) In gleicher Weise wird auch am Dachsbau verfahren.

Der angeschossene Otter meidet das Wasser und ist stets außerhalb desselben zu suchen.

k. Die Jagd auf wilde Kaninchen mit dem Frettchen.

Das behende, nach öfterem Bejagen ungemein vorsichtige Kaninchen wird am wirksamsten mit Beihilfe des Frettchens — Mustela furo L. — gejagt.

Die Jagd mit dem Frettchen beginnt im Spätherbste und kann bis Ende Februar fortgesetzt werden.

Man nimmt, da das Frettchen — ziemlich träger Natur — bald ermattet, zur Ausübung dieser Jagd zweckentsprechend zwei bis drei Frettchen mit, welche abwechselnd zur Verwendung gelangen.

Am Baue angekommen, läßt man eines der Frettchen einfahren, nachdem vorher die Schützen ihre Stände eingenommen haben. Die Kaninchen fahren, sobald sie den eindringenden Todfeind wittern, blitzschnell aus den Röhren, um ihr Heil in der Flucht zu suchen, welcher nun ein wohlgezielter Schuß ein Ende zu bereiten hat. Häufig geschieht es, daß ein oder das andere Kaninchen noch innerhalb des Baues vom Frettchen erreicht und gefaßt wird. In diesem Falle pflegt das Frettchen längere Zeit neben seinem Opfer ruhend im Baue zu verbleiben. Tritt dieser ebenso häufige als leidige Fall ein, dann muß jemand am Baue verbleiben, um das Erscheinen des Frettchens abzuwarten und selbes sofort aufnehmen zu können, während die Jagdgesellschaft das Frettieren fortsetzt.

Rauhe, trübe und windige Tage sind dieser Jagdmethode förderlicher als sonniges, helles Wetter, bei welchem das Kaninchen zumeist außerhalb des Baues zu suchen sein wird. Beabsichtigt man ein Treibjagen auf das Kaninchen, dann sollen selbe mit Beihilfe der Frettchen vorher aus den Bauen gesprengt, die Röhren sofort durch Erdklöße oder Holzpflöcke geschlossen und erst nach abgehaltener Jagd wieder geöffnet werden.

Die Jagd auf Kaninchen ist eine vortreffliche Schießübung, welche angehenden Jägern als solche empfohlen werden darf.

Jede Art des Jagens fordert — es muß dies wiederholt und eindringlichst betont werden — die volle Kenntnis der Eigenart des zu bejagenden Wildes und jene des Revieres, aus dessen Beschaffenheit zumeist nicht unwesentliche Abänderungen in den Lebensgewohnheiten der verschiedenen jagdbaren Tiere resultieren.

Die volle Rücksichtnahme auf diese wichtigen Momente sichert nicht nur den Jagderfolg, sondern bildet zugleich das Qualifikations-Zeugnis der Berufsjägerei.

B. Das Fangen des Wildes.

§ 13. Die zum Fangen des Wildes dienlichen Einrichtungen, Fallen und Eisen, sind, wie überhaupt alle Zweige des Jagdbetriebes, der Eigenart und Lebensgewohnheit der verschiedenen Wildgattungen anzupassen; es sind folgende:

I. **Netze.** Um Edel-, Dam-, Reh- und Schwarzwild, ferner Hasen und Kaninchen lebend einzufangen, werden Netze verwendet. Diese sind aus entsprechend starken, gut gedrehten Schnüren mit rautenförmigen Maschen innerhalb eines aus festen Stricken hergestellten Rahmens (Feldes) nicht straff, sondern busig gestrickt.

Die Netze werden fängisch gestellt, indem man sie nur lose auf die Forkeln hängt. Die busenreich gestellten Netze fallen, indem sie dem Anprall des Wildes nachgeben, herab und decken dasselbe in einer Weise, daß es sich nicht sofort aus den Maschen befreien kann. Das auf diese Art durch das Netz gedeckte Wild wird durch die Jägerei rasch gefesselt und unter Verschluß gebracht.

Das Fangen des Hochwildes in Netzen bedingt stets ein forciertes Treiben desselben, welches meist sehr üble Folgen hat. Es ist somit zweckmäßiger das Fangen durch Fallen und selbstthätige Apparate zu bewerkstelligen, und ich muß, da deren genaue Beschreibung

und Einrichtung dem für mein Thema zugewiesenen Raum weit überschreiten würde, diesfalls auf andere einschlägige Werke verweisen [15]).

II. **Garne**. Diese gelten dem Fangen des Federwildes und in erster Reihe jenem der Rebhühner, und man unterscheidet folgende Arten:

1. Hochgarne, welche aus mehreren auf Stellstangen befestigten busenreichen aus leichten Fäden genetzten Wänden bestehen.

2. Treibzeug. Dieses besteht aus drei Teilen und zwar dem „Geleiter" — zwei in stumpfem Winkel gegen ein tonnenförmiges Garn — den „Himmel" — zulaufende Wände, und aus dem eigentlichen Fangapparate — einer trichterförmigen Fortsetzung des Himmel — „Hamen" genannt. Zur Ausübung des Fanges mit dem Treibzeuge ist ferner eine Blende — „Schild" oder „Schirm" genannt nötig, d. i. ein auf leichte Holzrahmen gespanntes Stück Leinwand, auf welchem die Gestalt eines weidenden Rindes oder Pferdes dargestellt ist.

3. Der Fang mit dem „Glockengarn" empfiehlt sich gleich dem Treibzeuge, wenn man Hühner lebend und unverletzt fangen will. Das Glocken-Garn ist über einen viereckigen Lattenrahmen gespannt und mit Fallthürchen versehen, welche sich schließen, sobald die Hühner — der Kirung folgend und die Stellstäbchen berührend, das Innere des Fangapparates betreten.

4. Der Fang mit der Schneehaube wird, wie dies schon der Name andeutet, im Winter auf der Schneefläche vorgenommen [16]).

5. Der Fang mit dem „Tyraß". Dieses Garn — auch „Deckgarn" genannt — hält 15 m im Geviert und ist vorn mit einer starken Leine versehen, welche das Garn seitlich mit seinen Enden um etwa 10 cm überragt. Das Netz wird nachts angewendet, doch kann dies auch am Tage von zwei Jägern unter Beihilfe eines fermen Hühnerhundes geschehen. Diese Fangmethode wird auch von Wilderern mit verderblichem Erfolge gehandhabt.

6. Der Fang mit dem Steckgarne ist minder verläßlich, und wird dieses meist bei größeren Treibjagen weniger zu Zwecken des Fanges als dazu benützt, die Hühner am Laufen zu hindern.

7. Das Habichtsgarn auch „Habichtskorb" und „Stoßgarn" genannt, ist ein aus grauen Fäden dichtmaschig genetztes Garn über kastenförmig gefügten Stäben gespannt und dient zum Fange des Habichtes. Neuerer Zeit sind einfachere und nicht minder verläßliche Fangapparate in Verwendung.

III. **Eisen**. Die Konstruktion von Fangapparaten aus Eisenteilen gefügt und mit Schlagfedern versehen haben in den letzten Dezennien vielfache, aus der Erfahrung und technischen Vervollkommnung resultierende Verbesserungen erfahren, und sind es insbesondere die deutschen Firmen A. Pieper in Moers a./R. und L. Weber zu Haynau in Schlesien, welche durchaus verläßliche Erzeugnisse liefern.

Die am meisten zum Fangen von Raubwild jeglicher Gattung verwendeten Eisen sind:

1. Das Teller-Eisen mit thunlichst niedrigen, runden oder eckigen Bügeln, welche an den Schlagflächen rund ausgezahnt sind. Diese von der erstgenannten Firma angewendete Konstruktion hat den wesentlichen Vorteil, das an seinen Extremitäten gefangene Raubwild festzuhalten, ohne den Knochen des im Eisen befindlichen Laufes oder Fanges zu brechen. Dies wird von scharfkantigen Eisen zumeist verursacht und hat in erster Reihe den Nachteil, daß sich das gefangene Raubwild nach martervollen und energischen Versuchen durch gänzliche Lostrennung des zerschlagenen Gliedes endlich doch befreit.

Die Tellereisen werden in verschiedenen Größen erzeugt und eignen sich zum Fange

---

15) Hartigs und Winkels Handbücher, ferner „Lehr- und Handbuch für Berufsjäger", und „Der Wildpark" des Verfassers.

16) Ueber die verschiedenen Fangmethoden und deren Einrichtung bietet das „Lehr- und Handbuch" des Verfassers erschöpfende Mitteilungen.

aller Gattungen des Raubwildes, vom Bären bis zum Wiesel, vom Adler bis zur Krähe in verläßlicher Weise.

Das Stellen des Tellereisens bezw. das Spannen geschieht, indem man die Feder mit dem Fuße herabdrückend gleichzeitig die Versicherung einstellt, oder die Bügel mit den Knieen so lange niederhält, bis das Stellen bewerkstelligt ist.

2. Der Schwanenhals. Dieses vortreffliche, bei erfahrenen Jägern mit Recht beliebte Eisen birgt indes auch für den unerfahrenen Steller ernste Gefahren, und es ist deshalb ratsam, die Handhabung des Schwanenhalses praktisch zu erlernen, bevor man dessen Anwendung versucht. Die vielfachen und vielgerühmten Rezepte für die Verwitterung der Eisen sind keineswegs notwendig. Sorgsamste Reinhaltung und Behandlung sind durchaus genügend für einen sicheren Erfolg.

3. Das Stangeneisen. Die Konstruktion dieser — namentlich für den Fang des Fischotters — empfehlenswerten Eisen entspricht der vorangestellten Bezeichnung. Die Stangen sind vorn abgeschärft und mit starken eingenieteten Spitzen versehen, welche geeignet sind, alles was in ihren Bereich tritt, festzuhalten. Diese Eisen werden ohne Brocken auf die Wechsel gelegt.

4. Kastenfallen. Diese, aus Brettern oder Latten in der für den beabsichtigten Zweck entsprechenden Form und Größe hergestellt, sind mit selbstthätigen Fallthüren oder Fallklappen versehen und dienen zum Fange des Edel-, Dam-, Reh- und Schwarzwildes, sowie auch zum Fange des kleineren Haarraubzeuges.

5. Schlagnetze. Die Bügel dieses Fangapparates bilden ein längliches Viereck und werden mit einem busenreichen Garn überzogen. Sie dienen — entsprechend beködert — zum Fangen größerer Vögel; mit Eiern belegt, auch für den Fang von Krähen und Elstern empfehlenswert.

6. Fangeinrichtungen für Enten werden sich dort lohnend erweisen, wo diese Wildgattung in großen Schaaren einzufallen pflegt oder als Standwild vorkommt [17].

7. Fang von Enten und Gänsen mit Kirrbrocken. Zu diesem Behufe werden Kirrbrocken, welche am Wasserspiegel schwimmen, an leichten Angelschnüren angebracht, deren Ende um einen entsprechend schweren Stein gewunden, auf einen Pfahl aufgelegt wird, welcher etwa 30—40 cm unterhalb des Spiegels steht. Sobald der Kirrbrocken aufgenommen wird, rutscht der Stein von der Schnittfläche des Pfahles und zieht die Ente mit unter Wasser, wo sie sofort verendet.

8. Haubengarne — werden zumeist zum Fange von Füchsen und wilden Kaninchen angewendet, indem man, nachdem die einzelnen Röhrenmündungen mit Garnen belegt sind, den Dachshund bezw. das Frettchen einfahren läßt, um die Bewohner des Baues auszusprengen. Diese Garne werden in zweckentsprechender Größe im Viereck busenreich genetzt und an den Randmaschen mit Leinen durchzogen, welche mit Bleikugeln beschwert sind. Das ausgesprengte Wild, welches die Röhre flüchtig verläßt, gerät ins Garn, welches vermöge seiner vorbeschriebenen wirksamen Konstruktion den Fluchtversuch hindert.

9. Fallgruben. Diese uralte Fangmethode wird auch noch in der Gegenwart angewendet, um Wölfe, Füchse und auch Sauen zu fangen.

Die Größe, bezw. Tiefe der Grube muß der Wildgattung entsprechend sein und demgemäß auch beködert werden. Ich lasse hier die Beschreibung einer Fallgrube zum Fange der Füchse folgen, welche die Konstruktion des Fangapparates thunlichst anschaulich

---

17) Die genaue, und ohne die Anschaulichkeit vermittelnde Zeichnungen überdies kaum verständliche Beschreibung dieser Einrichtungen nimmt so viel Raum in Anspruch, daß dieselbe hier keine Aufnahme finden kann. Siehe „Lehr- und Handbuch für Berufsjäger" des Verfassers.

machen soll, dessen entsprechende Modifikation auch für die übrigen vorangeführten Wildgattungen Anwendung findet.

Die Fallgrube wird in Form eines abgestumpften Kegels, und zwar derart hergestellt, daß vom Bauhorizont bis auf 2,50 m Tiefe ausgeschachtet wird. Die ausgehobene Erde wird um die Oeffnung der Fallgrube gebreitet, so daß sie eine Umwallung bildet.

Die Wände der Grube, deren Sohlendurchmesser 2,70 m, jener der Mündung 2,40 m beträgt, werden mit glattrindigen, schwachen oder gespaltenen Rundhölzern ausgefüttert, die Umwallung, welche von der Mündung ab mäßig geböscht wird, muß an dieser mit den zur Ausfütterung verwendeten Hölzern horizontal abgeglichen sein, und es beträgt dann die Tiefe der Grube volle drei Meter.

Im Kreismittelpunkte der Grubensohle wird ein Pfahl von beiläufig 12—14 cm im Durchmesser eingerammt, auf dessen horizontaler Abschnittfläche ein aus Weidenflechtwerk hergestellter, etwa 30 cm im Durchmesser haltender Teller mit niedrigem Bord befestigt wird.

Der Pfahl, welcher von der Grubensohle gerechnet, 3 m hoch ist, gleicht sich sohin mit der Mündung der Grube horizontal ab, und es ragt lediglich der etwa 6—8 cm hohe Entensitz über das Niveau der Grubenmündung. In das Flechtwerk des Entensitzes werden Weidenruten eingeschoben, deren entgegengesetzte Enden in dem Erdreich des Grubenrandes befestigt werden. Die so gebildeten Rippen werden nun mit Ruten und Zweigen derart überlegt, daß auf dieselben eine lose Schicht langstrohigen Pferdedüngers gebreitet werden kann. Die Böschung rings um die Grubenmündung wird gleichfalls mit Pferdedünger bestreut, so daß die ganze Anlage einem Düngerhaufen gleicht.

Auf dem Teller wird dann eine Ente, und zwar eine weibliche, deshalb befestigt, weil diese eben ihren Schnabel nicht halten kann und den Fuchs sicherer anlockt.

Der Spätherbst und der Winter sind die sichersten Zeitperioden zum Fange in Fallgruben, welche auf kleinen Waldblößen oder Waldwiesen nächst begangenen Wechseln einzurichten sind.

VI. Der Hund im Dienste des Weidwerkes.

§ 14. Im Hinblick auf die rege litterarische und praktische Thätigkeit, welche sich im Laufe der jüngsten Zeit auf den Gebieten der Kynologie entwickelte, und mit Rücksicht auf die Ziele des vorliegenden Werkes muß ich mich darauf beschränken, dieses Gebiet des Weidwerkes mit seinen drei wichtigen Momenten: Der Zucht, der Erziehung und der Dressur, der im Dienste der Jagd verwendeten Hunde-Rassen lediglich zu skizzieren.

a. Die Zucht.

Die zielbewußte Paarung solcher Individuen, deren Körperformen, deren Temperamente und geistigen Eigenschaften sich bei einem gewissen Maß von Gleichartigkeit harmonisch ergänzen, bietet die zuverlässige Gewähr für eine Deszendenz, welche den Zwecken, denen sie dienstbar werden soll, entspricht, und ich erlaube mir die wichtigsten Prinzipien der Züchtung in knapper Kürze, wie folgt, zu definieren:

1. Aus der fortgesetzten, auf sorgsamer Zuchtwahl basierten Paarung von Individuen einer Art resultiert die Vererbung auf die Nachkommen in erster, die konstante Vererbungsfähigkeit in weiterer Folge: Die Rasse.

2. Die Zuchtprodukte einer solchen Rasse, deren körperliche Beschaffenheit und geistige Anlagen durch Generationen konstant bleiben, werden mit der Bezeichnung „Reinblut“ oder „Vollblut“ und dann als „Halbblut“ angesprochen, wenn die Elterntiere nicht eines Stammes sind, oder bezw. eines oder das andere nicht reinblütig ist.

3. Die Rassen unserer Jagdhunde sind nicht als ursprüngliche, d. h. gegebene Arten anzusehen, sie resultieren vielmehr aus einer zufällig oder absichtlich vollzogenen Paarung von verschieden gestalteten und veranlagten Individuen, deren Nachkommen die Merkmale einer Veredelung um so deutlicher erweisen, je zutreffender und je harmonischer — im ergänzenden Sinne — die Paarung zweier Individuen vollzogen wurde.

4. Das Maß der ererbten physischen und geistigen Rassenmerkmale und ihrer Entwickelungsfähigkeit verteilt sich durchaus nicht gleichmäßig auf die einzelnen Individuen der Nachkommenschaft.

Die Deszendenten einer Paarung (eines Wurfes) und fortgesetzter Paarungen der Elterntiere liefern diesfalls mit ihrer individuellen Verschiedenheit die gleiche Zahl von Argumenten.

5. Als „Rückschlag" ist die Reproduktion jener guten oder schlechten Eigenschaften oder Formen zu bezeichnen, welche den Elterntieren — insbesondere auch den Groß-Eltern — eigen waren.

6. Die „Kreuzung" in korrektem Sinne kennzeichnet die Paarung von Individuen verschiedenen Stammes mit zielbewußter Rücksichtnahme auf deren Eigenschaften, und auf besondere, durch dieselbe angestrebten Zwecke.

b. Die Erziehung.

Diese hat zunächst zwei Momente ins Auge zu fassen, u. z.: die physisch kräftige Entwickelung des Hundes einer- und anderseits die Behandlung, welche man demselben, mit Rücksichtnahme auf sein Temperament und die Eigenart seiner Anlagen zuzuwenden hat.

In ersterer Richtung wird eine einfache, kräftige Kost, welcher in den ersten Lebensmonaten — nachdem der junge Hund vom Gesäuge der Mutter entwöhnt ist — ein entsprechendes Maß abgerahmter Milch zuzusetzen wäre, vollkommen ihre Schuldigkeit thun. Unerläßlich ist indes auch die anderweite körperliche Pflege des edlen Tieres, welche in strenger Reinlichkeit und genügender Bewegung im Freien gipfelt. Auch soll der heranwachsende Hund nicht ausschließlich im Zwinger gehalten werden, damit sich derselbe an Menschen und Haustiere gewöhne.

Hier tritt nun das zweite Moment in den Vordergrund, welches bei der Erziehung des jungen Hundes zu beachten ist.

Den feurigen, scharfen Hund wird ruhiger Ernst botmäßig, den weichen, furchtsamen ein ermunternder, freundlicher Zuspruch vertraulich und beherzter gestalten, doch muß unter allen Umständen dem erziehenden Jäger die Autorität des Strafens und Lobens gewahrt bleiben. Einmischungen dritter Personen, namentlich solcher, denen gedankenlose Neckereien der Tiere, oder boshafte Mißhandlung derselben einen fragwürdigen Zeitvertreib bietet, sollen strenge hintangehalten werden.

Die guten und bösen Keime, die sich selbst bei Geschwistern eines Wurfes und konstanter, reinblütiger Rasse in auffällig verschiedener Weise bemerkbar machen, muß das scharfe, erfahrene Auge des Erziehers erkennen und selbe demgemäß thunlichst entwickeln oder strenge unterdrücken.

Nur körperlich gut entwickelte und gut veranlagte Hunde lohnen die Mühe der sorgsamen Pflege, Erziehung und Dressur, und es ist stets ratsam, jenen Individuen, welche die Vorbedingungen nicht erfüllen, ein rasches, schmerzloses Ende zu bereiten.

c. Die Dressur.

Die Dressur, deren Art und Weise bei den verschiedenen, dem Jagdwesen dienstbaren Hunderassen erörtert werden wird, hat in erster Reihe den Zweck, die natürlichen Anlagen

des Hundes zu entwickeln und unter Einwirkung des unbedingten Gehorsams dem Weidwerke dienstbar zu machen.

Die Grundsätze der Dressur, welche sich in der Praxis bewährt haben, werden in ihrer Anwendung indes nur dann befriedigende Erfolge aufweisen, wenn der lehrende Jäger gewissenhaft individualisiert und aus der sorgsamen Prüfung des Hundes in bezug auf sein Temperament und seine sonstigen Anlagen die Methode der Erziehung bezw. der Dressur ableitet.

Unter allen Umständen ist aber der Gehorsam die wichtigste Vorbedingung der weidgerechten Verwendbarkeit, und es wird von der Lehrfähigkeit des Jägers und vom Temperament des Hundes abhängig sein, ob sie mit mildem, aber unbeugsam zielbewußtem Ernst oder unter Anwendung drakonischer Strenge erzwungen wird. Leidenschaftlichkeit ist indes mit der Lehrfähigkeit völlig unvereinbar, da derjenige nicht zum beherrschen geeignet ist, welcher sich nicht zunächst selbst zu beherrschen vermag. Immer möge sich der Jäger, welchem die Führung des edlen Hundes anvertraut ist, die Wahrheit, daß der Lernende stets die Lehrfähigkeit des Führers sehr deutlich reflektiere, und auch den alten Weidspruch gegenwärtig halten:

„Wie der Jäger — so sein Hund!"

Die Hunderassen, welche auf den verschiedenen Gebieten des Weidwerkes und zunächst in Deutschland verwendet werden, sind folgende:

1. der Schweißhund,
2. der Vorstehhund,
3. der Dachshund,
4. der Wildbodenhund (Bracke),
5. Windhund,
6. der Otterhund,
7. der Saufinder.

1. Der Schweißhund, seine Führung und Arbeit.

§ 15. Die Zucht dieses edlen Jagdhundes, welche in erster Reihe der hirschgerechten, hannoverschen Jägerei zu danken ist und welche mit dem vor einigen Dezennien drohenden Verfall der hohen Jagd gleichfalls gefährdet war, erfuhr in der jüngsten Vergangenheit einen hohen und zielbewußten Aufschwung.

Man unterscheidet gegenwärtig zwei typische Stämme und zwar Schweißhunde schweren Schlages mit Leithundscharakter und Schweißhunde leichteren Schlages, welch letzteren die in Bayern gezüchteten Hochgebirgs-Schweißhunde als durchaus ebenbürtig beizuzählen sind.

Ernst wie der Charakter des edlen Hundes soll auch die zielbewußte Führung und Arbeit desselben erfaßt und mit jener Gründlichkeit durchgeführt werden, welche der hohen Jagd, der er dienstbar werden soll, entspricht.

Nachdem man den jungen Hund an die Halsung und die Kette (der Riemen ist erst beim fermen Hunde zu verwenden) gewöhnt hat, lehrt man denselben das Verhalten an der Seite des Jägers. Zu diesem Zwecke nimmt man das Ende der Kette in die rechte Hand, während die linke Hand derart vorgreift, daß der Hund gezwungen ist, dicht an der linken Seite seines Führers zu schreiten. Das Vordrängen wird durch den ernsten Zuspruch „Zurück", im Notfalle durch das Strafen mit einer leichten Gerte gehindert.

Nach etwa vier Wochen wird der Hund seine diesfällige Obliegenheit wohl begriffen haben, und man nimmt ihn nun mit zu Holz — doch vorerst in solche Distrikte, wo er noch keines Wildes ansichtig wird. Man gestatte ihm keinesfalls nach Käfern und sonstigem kleinen Getier zu haschen, achte vielmehr strenge darauf, daß er stets ruhig und dicht an der linken Seite bleibe.

Ist der Hund mit dem Walde vertraut geworden, dann kommt die Lehre des Ablegens an die Reihe. Zu diesem Behufe legt der Jäger seine Tasche ab und leint den Hund in unmittelbarer Nähe, doch in jener Entfernung an, welche es dem Hunde nicht

gestattet, dieselbe zu erreichen, und beordert ihn mit dem Zurufe „Leg dich" zum niederlegen. Bei den ersten Lektionen möge man sich nur so weit entfernen, daß man den Hund — ohne daß er die Nähe seines Meisters ahnt — beobachten kann. Wird der Hund unruhig wohl gar laut oder beginnt er an der mit einem Riemen umnähten Kette zu nagen, dann nähert man sich sofort und beordert ihn strenge mit dem Rufe: „Pfui laut", „Leg dich" — im letzteren Falle unter Vorhalten der benagten Stelle — mit dem Rufe „Pfui" zur Ruhe. Bei dieser Uebung ist Pedanterie und Geduld von nöten, auch darf man den Hund nie abnehmen, wenn er sich unruhig und unbotmäßig zeigt, und die Lektionen nicht früher einstellen, bis der Hund auch durch geraume Zeit und unter allen Umständen ruhig liegen bleibt — somit im Ablegen ferm ist.

Nun beginnt die eigentliche Arbeit — das Anlegen auf die Edelwildfährte.

Damit der Hund seine Aufgabe — die Fährte zu halten — rascher begreife und nicht in den groben Fehler des Umherschauens und Schwärmens verfalle, darf diese Uebung nur zur Zeit begonnen werden, wo das Wild verfärbt ist — da der Hund bei Außerachtlassung dieser wichtigen Regel durch die seitlich der Fährte liegenden oder am Gezweige haftenden Haare abgelenkt würde.

Man zieht mit dem Hunde vor Tagesanbruch zu Holz, legt ihn an einer Stelle ab, wo kein Wild durchzieht, und birscht selbst nach jenen Orten, wo das Wild zu Holz zu treten pflegt.

Nach etwa einer Stunde — keinesfalls früher — nimmt man den Hund wieder an den Riemen und legt ihn auf die nunmehr erkaltete Fährte an. Bei den ersten Uebungen soll dies stets auf berastem, nie auf wundem Boden geschehen, damit der junge Lehrling von vorneherein lerne, nur seine Nase, nicht aber seine Augen auf der Fährte in Anspruch zu nehmen. Deshalb soll man den jungen Hund nie an eine Fährte legen, wenn er das Wild wegtreten sah; auch darf man bei den ersten Lektionen keiner Fährte folgen, die durch Unterwuchs führt, da der Hund hier vom Boden abgezogen und veranlaßt würde, das Gezweige zu beriechen, an welchem das Wild streifte, und so in den argen Fehler des unsicheren Schwärmens verfiele.

Man schreitet nun mit dem Hunde zur Seite quer und über Wind der Fährte zu und kreuzt dieselbe. Fällt sie, was zumeist geschieht, der Hund sofort selbst an, dann belobt man ihn unter dem Zuruf: „So recht mein Hund, lass' sehen", läßt sich von ihm die angefallene Fährte zeigen und, nachdem man den Riemen zwischen den Vorderläufen durchgezogen hat, ihn derselben nachziehen, indem man ihn wieder mit dem Zuspruch, „Vorhin, so recht mein Hund" (oder den Namen lobend) aneifert.

Zieht nun der Hund der Fährte nach, so nimmt man nach einer geringen Strecke den Riemen unter dem Zuruf: „Halt lass' sehen, Fährt', Fährt'" kurz und liebkost den Hund. Begreift der Hund, was bald geschieht, seine Aufgabe und riecht er in die Fährte, dann setzt man unter neuerlichem Zuruf „so recht so recht mein Hund" (oder Namen) das Nachhängen fort. Sollte der junge Hund die Fährte nicht anfallen, so möge man ihn nicht sofort für unbrauchbar halten. Man weise ihm dann die Fährte, indem man ihm unter ermunterndem Zuruf sanft die Nase zu derselben drückt. Dasselbe soll auch dann geschehen, falls der Hund, wie vorbeschrieben, die Fährte nicht zeigen wollte.

Diese Prozedur wiederholt man mehrmals und trägt dann den Hund von der angefallenen Fährte ab. Man schiebt zu diesem Behufe den rechten Arm unter die Vorderläufe, hebt ihn und trägt ihn über Wind einige Schritte fort. Will er, was zumeist der Fall sein wird, die Fährte wieder aufnehmen, dann wehrt man dies unter dem freundlichen Zuruf „Lass'" oder „Lass' ziehen" und dockt den Riemen völlig wieder auf. Man kann diese Lektion denselben Morgen noch an anderen Fährten in gleicher Weise wiederholen, doch darf der Hund diesfalls nicht übermüdet und über Gebühr aufgeregt werden.

Das Abziehen mit dem Riemen von der Fährte ist ein grober Fehler, da nur das Abtragen den Hund lehren soll, daß die Arbeit an Ort und Stelle eingestellt sei, während ihn andernfalls ein Ruck am Riemen, welcher zufällig und häufig erfolgen kann, eben verwirren würde.

Der große Vorteil, den jungen Hund vorerst auf der kalten und gesunden Fährte zu arbeiten, gipfelt in zwei wichtigen Momenten: 1) wird der Hund gleich von vorne herein ruhig und zuverlässig werden und 2) die Dienste des Leithundes beim Bestatten einzelner Hirsche versehen können.

Feurige Hunde mit vorzüglicher Nase werden vorerst und wohl auch sicher hoch nachziehen wollen. Man muß in solchem Falle den Hund abtragen und erst nach geraumer Zeit wieder auf die nun völlig erkaltete Fährte anbringen; es zwingt ihn dieser einfache Vorgang dann, derselben mit der Nase am Boden und auch bedächtiger zu folgen.

Um den Hund für das vorangeführte Bestatten (Leithundsarbeit) brauchbar zu machen, ist es nötig, ihn auf die Wiederfährte bzw. den Wiedersprung zu arbeiten.

Es geschieht dies in folgender Weise:

Hat der Hund die Fährte angefallen, und nach einer Strecke auch gezeigt, dann nimmt man den Riemen kurz, zieht den Hund sanft herum und läßt ihn auf der Fährte eine Strecke weit — etwa 20 Schritte — unter dem Zuruf „Wend' dich" oder „Wend' dich zur Wiederfährt" zurückarbeiten und belobt ihn mit dem Zuruf „So recht!" Nun zieht man den Hund wieder nach der Richtung der Fährte und läßt ihn derselben unter dem Zuruf „Wend' dich Hinfährt — so recht!" folgen.

Hat auch diesfalls der Hund seine Aufgabe begriffen, dann möge man ihn für die Vorsuche einarbeiten.

Zu diesem Behufe wählt man einen Revierdistrikt, in welchem meist einzelne Stücke zu Holz ziehen, da die Fährten eines Rudels den jungen Hund verwirren würden, und beginnt mit der Vorsuche, nachdem die Fährten genügend erkaltet sind, somit am Morgen etwa 2 Stunden nach Tagesanbruch, eventuell auch später.

Nachdem man den Riemen zwischen den Vorderläufen durchgezogen, und etwa 3 m weit abgedockt hat, läßt man den Hund unter dem Zuruf „Vorhin" suchen und, wenn er eine Fährte angefallen hat, auch dieselbe zeigen. Hat der Hund auch hier die nötige Uebung erlangt, dann trachte man ihn an Fährten mehrerer Stücke, die sich kreuzen, zu bringen, um dem Hunde die Sicherheit des Festhaltens der ursprünglich angefallenen Fährte einzuüben. Hier muß allerdings der Jäger selbst genau Bescheid wissen und die Fährte, wenn er sich selbe zeigen läßt, genau kontrollieren. Sollte er seiner Sache nicht ganz sicher sein, dann möge er den Hund abtragen, ehe er möglicherweise den groben Fehler begeht, den Hund auf falscher Fährte weiter zu arbeiten.

Nun darf man getrost mit der Arbeit auf den Schweiß beginnen und dies um so zuversichtlicher, weil erst diese den Hund mit seiner eigentlichen Aufgabe vertraut macht und dann noch nebenher, und sicher mit bestem Erfolge die ganze Vorsuche immer wiederholt werden kann.

Mit dem Hunde am Riemen zieht man bei Tagesanbruch zu Holz, legt ihn an geeigneter Stelle ab und wählt einen geringen Hirsch — wenn thunlich einen Spießer —, welchen man mit einem wohlgezielten Schusse derart anschweißt, daß er nach einer Flucht von etwa 200 Schritten verendet zusammenbricht. Nachdem man sich hievon die Ueberzeugung verschafft hat, nimmt man den Hund wieder auf und zieht etwa nach Verlauf einer Stunde dem Anschusse über Wind zu. Unter dem Zurufe „Vorhin" läßt man sich Abschußhaar und Schweiß zeigen, belobt ihn mit dem Zurufe „So recht verwund't, verwund't danach!" und dockt die halbe Riemenlänge ab. — Hier wie überall muß der

Jäger, da er mit der Individualität bezw. dem Temperament und der Eigenart vertraut sein muß, sein Verhalten demgemäß einrichten, den Uebereifer des feurigen Hundes unter freundlich ruhigem Zuspruch mäßigen, den furchtsamen unsicheren Hund aneifern.

Ein oder zweimal hält man den Hund an, um sich die Schweißfährte zeigen zu lassen und läßt endlich denselben unter dem Zuruf: „So recht, verwund't — so recht (Namen)" an das verendete Wild heran.

Man gestatte dem Hunde das Wild zu beriechen und auch den Schweiß von der Schußwunde zu lecken, verwehre ihm jedoch strenge unter dem Zurufe „Pfui" das Fassen des Wildes und strafe ihn nötigenfalls mit einer leichten Gerte, wenn er nicht sofort gehorcht. Niemals aber darf man den Hund — dies ist wohl zu beachten — mit dem Riemen strafen!

Nun führt man den Hund abseits über Wind und so weit, daß er das Wild nicht sehen kann, soferne es sofort an Ort und Stelle aufgebrochen werden soll. Der Hund darf nie beim Aufbrechen gegenwärtig sein, da ihn dies leicht zu dem unverbesserlichen Fehler des Anschneidens verleiten könnte.

Sollte der Hund, sobald er beim Heranziehen des verendeten Stückes ansichtig wird, knurren, so ermuntere man ihn mit dem Zuruf „So recht", ohne jedoch den Hund dicht an dasselbe heranzulassen. Es ist dann wahrscheinlich, daß er Hals gibt und sich auf diese einfache Weise die wertvolle Eigenschaft des „Todtverbellens" aneignet.

Thut er dies, dann schmeichle und belobe man ihn, um ihm zu zeigen und ihn unterscheiden zu lassen, daß er recht gethan. Man darf es nun nicht versäumen, den Hund mit Eifer und Geduld wieder auf gesunde Fährten zu arbeiten, um ihn ja nicht in dem natürlichen Fehler zu bestärken, er dürfe nur dann die Fährte anfallen, wenn er Schweiß in derselben findet.

Nun erübrigt noch die Lehre, krankgeschossenes Wild zu hetzen und zu stellen.

Um dem jungen Hunde gleich von vorne herein Respekt vor dem Hochwilde einzuflößen und vor dem Fehler zu bewahren, daß er das kranke Stück zu fassen oder gar niederzuziehen versuche, halte ich es trotz mehrfach gegenteiliger Meinungen stets für ratsam, für diese wichtige Uebung weder Spißer noch Tier, wohl aber einen geringen Hirsch weidwund anzuschweißen [18]).

Die Arbeit auf Anschuß und Fährte vollzieht sich nun, wie angegeben, bis man zum Schweißbette gelangt und der kranke Hirsch dasselbe verläßt. Man läßt sich nun dasselbe zeigen, belobt den Hund und löset ihn unter dem Zurufe: „So recht verwundt — danach!"

Das angeschweißte Stück muß — darauf achte man genau — so krank sein, daß es der Hund bald zu stellen vermag, da der Hund im andern Falle, wenn er etwa zurückkehrt, bei diesem ersten Versuche zaghaft und wohl auch für Hetzen ganz unbrauchbar werden könnte.

Hat der Hund das kranke Wild gestellt, dann lasse man ihn eine geraume Zeit verbellen; nähere sich indes — die Stelle umkreisend — um ihn hiebei im Auge zu behalten, und gebe dann den Fangschuß. An dieser Stelle möchte ich auch die Bemerkung einfügen, daß ich es durchaus nicht für nötig, noch für nützlich halte, den Hund vom Aufbruch „genossen" zu machen. Eine Hand voll Schweiß, die der Hund von der Schußwunde leckt, genügt vollkommen; der Schweißhund hat weder beim Aufbruch noch mit demselben zu schaffen.

Der bis in dieses Stadium sorgsam gearbeite Schweißhund muß nun auch an den Anblick vorbeiwechselnden Wildes gewöhnt werden, auf daß er in solchem Falle nicht unruhig

18) Auch hier muß indes die Individualität des jungen Hundes berücksichtigt werden. Der Verf.

oder wohl gar laut werde. — Der gut und botmäßig erzogene Hund wird auch diese Aufgabe nach kurzer Zeit lösen [19]).

Die Führung und Arbeit des Schweißhundes sei nur einem gerechten Jäger anvertraut.

2. Der Vorstehhund.

§ 16. Die Behandlung des Vorstehhundes, dieses treuen unentbehrlichen Begleiters des Berufsjägers, kann in zwei Perioden geteilt werden, die, aufeinander folgend, sich gegenseitig ergänzen. Die erste, welche mit dem dritten Lebensmonate beginnt und ungefähr mit dem zwölften abschließt, soll der Jäger der Erziehung des jungen Hundes widmen, in der zweiten hat er die Dressur vorzunehmen.

Unter der Erziehung des jungen Hundes ist nicht nur die sorgsam geregelte körperliche Pflege, sondern auch die Erziehung im engeren Sinne zu verstehen, die ihn vor allem botmäßig macht, mit Umsicht und zur rechten Zeit die wilden Naturtriebe in jene eng begrenzten Formen zwingt, die ihn zum Hausgenossen, zum Gefährten in Wald und Feld brauchbar machen. Ein bei der Erziehung des jungen Hundes stets festzuhaltender Grundsatz ist es, ihm möglichst viel Freiheit zu lassen und ihn gleich von vorne herein mit allem bekannt zu machen, was er zu thun und zu lassen hat. So wäre es z. B. höchst unklug, ihn von allem, was er unberührt lassen soll, ängstlich ferne zu halten, im Gegenteil, man lasse ihm völlige Freiheit.

Der junge unerzogene Hund wird der Versuchung nicht widerstehen und sich die etwa erreichbaren Nahrungsmittel im Hause ohne weiteres aneignen oder auch das im Hofe befindliche Geflügel im (tollen) Uebermute nicht unbehelligt lassen. Dann ist es an der Zeit, dem Eleven durch einige ernste, doch maßvolle Lektionen die Ungehörigkeit solchen Betragens begreiflich zu machen, dieselben bleiben ihm dann auch dauernd im Gedächtnis.

Ebenso mache man den jungen Hund beizeiten, und nicht erst bei der Dressur, mit den seiner künftigen Berufssphäre angehörenden Wildgattungen vertraut. Man nehme ihn, natürlich mit Ausnahme der Brutzeit, ruhig mit beim Begehen des Reviers; eine mäßig lange Leine, der strenge Verweis und eventuelle Anwendung einer Birkenrute werden ihm bald das planlose Nachjagen abgewöhnen. Bei ernster aufmerksamer jedoch freundlicher Leitung wird der junge Hund, nach dieser einfachen Methode erzogen, überraschend schnell gehorsam und verwendbar sein und für alle Zukunft pflichttreu vorangestellten Lockungen widerstehen.

Der Jäger wird auf diese Weise auch bald das Temperament und das Maß der Anlagen seines Eleven genau kennen, ein für die nun folgende Dressur sehr wesentlicher Vorteil. Soll der Hund zum Apportieren verwendet werden, dann soll ihm dasselbe bei der Dressur gelehrt werden, das sog. spielende Lehren des Apportierens während der Erziehung ist als großer Fehler zu bezeichnen. Ein Hund, nach dieser Methode erzogen, wird sich schon innerhalb Jahresfrist in befriedigendster Weise entwickelt haben und durch den bereits erlangten Grad von Reife die nun vorzunehmende Dressur bedeutend erleichtern.

Der Jäger wird nun auch bald selbst ermessen können, welch nicht zu unterschätzender Vorteil es bei der Dressur ist, daß der Hund, schon vor Beginn derselben mit dem Wilde vertraut, nicht jedem vor ihm aus dem Lager fahrenden Hasen nachsetzt.

In der letzten Periode der Erziehung ist es ratsam, den jungen Hund bereits zu isolieren, um ihn an ein oft mehrstündiges Alleinsein zu gewöhnen. Zur Dressur eignet sich am besten eine leerstehende Stube u. dgl. und der dressierende Jäger soll ängstlich

---

19) Hier sei die treffliche Abhandlung: „Vorträge über Erziehung, Führung und Arbeit des Schweißhundes von Gerbing — Hamburg, E. Westerich — bestens empfohlen. Der Verf.

alles vermeiden was die Aufmerksamkeit des Hundes ablenken könnte, insbesondere keine müßigen Zuschauer dulden.

Bei der Dressur soll er stets mit Geduld und freundlichem Ernst vorgehen, jedoch energisch und nachdrücklich jede Unbotmäßigkeit seines Eleven im Keime unterdrücken.

Der Zweck eines zu diesem Behufe inmitten des Dressierlokales im Fußboden eingelassenen Ringes wird später besprochen werden. —

Was ist nun vor allem der Zweck der Dressur? Die Ausbildung der natürlichen Anlagen, eine willenlose Unterordnung des Hundes unter die Botmäßigkeit seines Führers.

Der Vorstehhund soll:

1. unbedingt gehorsam sein und dem leisen Pfiff oder Anruf seines Führers sofort Folge leisten, d. h. er muß Appell haben;

2. er soll eine geregelte sorgfältige Suche aufweisen [20]);

3. er soll, sobald er vom Wild Wind bekommt, „anziehen", d. h. sich vorsichtig der Stelle nähern, wo sich dasselbe gedrückt hat, und dann ruhig und fest „vorstehen";

4. er soll sich abrufen lassen, indem er sofort vom Wilde weg, zu den Füßen seines Führers zurückkehrt;

5. er soll vollkommen „wild- und schußrein" sein, d. h. dem fliehenden Wilde nicht „nachrollen", beziehungsweise nacheilen, wenn es vor ihm flüchtig wird oder beschossen wurde;

6. er soll das Wild, wenn er zum Apportieren beordert wird, sofort bringen, ohne dasselbe zu drücken.

Die Dressur, welche die Eigenschaften des Hundes im Sinne des Vorgesagten ausbilden soll, zerfällt in zwei Hauptteile, u. zwar:

a) in die Stuben- und b) in die Feldbressur.

Stubendressur.

Erste Lektion. Ici — Herein! Der Führer koppelt den Hund von der Kette los, befestigt an dem Dressierhalsbande (mit durchlaufendem Ringe) die Dressierleine (eine feste, etwa 6—7 m lange Rebschnur) und führt den Hund unter freundlichem Zuspruch in die Dressierstube. Dort muß er das freie Ende der Leine durch den Ring ziehen, jedoch nur so, daß der Hund sich vollkommen frei bewegen kann.

Hierauf ruft der Führer den Hund beim Namen, ihm mit der Hand andeutend, daß er zu ihm kommen solle. Ein nach vorangestellter Methode erzogener Hund wird diesem Winke sofort Folge leisten, und der Jäger soll ihn nun beloben, indem er ihn mit der Hand, die ihm den Befehl, herbeizukommen, übermittelte, freundlich, jedoch ernst liebkost.

Bei einem bissigen Hunde ist diese erste Lektion allerdings nicht so einfach, und der Führer muß nun vor allem den unbedingten, willenlosen Gehorsam des Hundes erzwingen und zwar um so energischer, je mehr sich derselbe widersetzlich zeigt. Der dressierende Jäger möge einen solchen Hund mittelst der durch den Ring am Boden laufenden Leine zu sich heranziehen, so daß sein Kopf neben dem Ringe fest am Boden angedrückt wird. Dabei muß er dem Hunde ruhig und fest in's Auge schauen, um den Eindruck zu beobachten, den die jeden Widerstand des sich sträubenden Hundes brechende Wirkung der Dressierleine und des Ringes hinterließ. Falls der Hund noch Neigung zur Widersetzlichkeit zeigt, so lockere man die Leine etwas. Versucht der Hund nun etwa nach der Leine oder der Hand des Jägers zu beißen, so mache man ihn durch einen energischen Ruck an der Leine sofort wieder wehrlos und bringe nun die Peitsche in Anwendung. Die Strafe wird um so wirksamer sein, je leidenschaftsloser und besonnener der Jäger ist.

20) In manchen Lehr- und Handbüchern wird dem dressierenden Jäger die Aufgabe zugemutet, den Hund eine flüchtige, hohe Suche zu lehren. Dies ist selbstverständlich eine unerfüllbare Forderung, da die hohe und flüchtige Suche eben nur eine Konsequenz des hochentwickelten Geruchssinnes und des Temperaments ist. Sie können nicht erlernt, sie müssen angeboren sein. D. V.

Hierauf führe man den Hund kurz an der Leine zu seinem Zwinger, nachdem man ihm, wenn diese erste Lektion nicht befriedigend ausgefallen ist, nebst dem Dressierhalsbande auch noch das Korallenhalsband [21]) umgeschnallt hat, lege ihn dort an die Kette und bringe ihm 1/2 Stunde später persönlich das Futter.

Gegen Abend lasse man den Hund, nachdem man zuvor die Dressierleine an seinem Halsbande wieder befestigt hat, etwa 1/4 Stunde frei im geschlossenen Hofe umherlaufen.

Ist der Hund freundlich und zuthunlich, dann belobe man ihn durch Liebkosen mit der Hand, zeigt er sich jedoch mißtrauisch oder unwirsch, so beachte man ihn, während man ihm den Auslauf, um sich zu lösen, gönnt, scheinbar gar nicht. Nach Ablauf der bestimmten Zeit ergreife man, sich dem Hunde unauffällig nähernd, die Dressierleine und führe ihn wieder in die Dressierstube ein, ziehe die erstere durch den Ring und setze nun die Lektion nach vorangegebener Methode fort. Diese Lektion muß so oft wiederholt werden, bis der Hund auf den Wink des Jägers jederzeit, unverzüglich und, ohne die geringste Unbotmäßigkeit zu zeigen, zu dessen Füßen eilt.

Zweite Lektion. Tout beau und avance — Niederlegen — Vorrücken. Die Durchführung der zweiten Lektion wird dadurch sehr erleichtert, daß der Hund, dem schon die erste Unterwürfigkeit gelehrt hat, auf den Wink seines Führes sofort herbeikommen und sich zu dessen Füßen legen wird. Es ist nun Sache des Jägers, die Lage zu regeln, indem er sanft den Kopf des Hundes zwischen die Vorderläufe legt, während der rückwärtige Teil des Körpers auf den gleichmäßig eingebogenen Hinterläufen ruht. Nun entferne sich der Jäger 2—3 Schritte weit, den Hund fest im Auge behaltend. Versucht derselbe, sich eigenmächtig aus seiner Stellung zu erheben, so verbiete er ihm dies durch die charakteristische, immer gleiche Handbewegung, nötigenfalls durch einen Ruck an der Leine. Erst, wenn der Hund genau begriffen hat, was er soll, übergeht man zum zweiten Teil dieser Lektion, zum Avancieren. Dasselbe wird am schnellsten erreicht, wenn man sich einige Schritte vom Hunde entfernt, um ihm genügenden Spielraum zu gewähren, und ihn dann mittelst der Handbewegung „des Herein" herbeiruft. Als letztere ist jene am zweckmäßigsten, bei welcher der ausgestreckte, abwärts gekehrte Zeigefinger die Stelle am Boden bezeichnet, die der Hund zu Füßen des Jägers einnehmen soll. Macht der Hund während dem Avancieren den Versuch, hoch zu werden, so bedeute man ihm durch die Bewegung mit der flachen, gegen den Boden sich hinbewegenden Hand, welche ihm das Tout beau lehrte, kriechend heranzukommen. Auch mit dieser Lektion ist so lange fortzufahren, bis der Hund vollkommen begreift, was er soll, und jedem Winke oder Befehl des Jägers sofort Folge leistet.

Dritte Lektion. Sitzen — Place [22]). Man fasse den Hund mit der linken Hand am Dressierhalsband und fahre ihm mit der rechten mit leisem Druck über den Rücken, den Druck in der Gegend der Hüftknochen verstärkend; dadurch zwingt man ihn zu einer sitzenden Stellung. Hierauf entfernt sich der Jäger 2—3 Schritte weit, den Hund durch vorgeschilderte Handbewegung oder Zuruf in dieser Stellung erhaltend. Hat der Hund auch das erlernt, so läßt man die vierte Lektion folgen.

Vierte Lektion. Apporte! Zu dieser ist ein sogenannter Bock (Apportierholz) erforderlich, ein ungefähr 40 cm langer, 5 cm im Durchmesser haltender, runder Knüppel, welcher

---

21) Die Koralle, ein sehr brutales Dressiermittel, mag, wenn irgend möglich, aus der Dressierstube wegbleiben. Ein gut erzogener Hund, am einfachen Dressierhalsbande par force dressiert, wird einen schlecht erzogenen, mit Korallen und Peitsche dressierten Hund in seinen Leistungen stets übertreffen. D. V.

22) In England, wo er nicht zum Apportieren dressiert wird, ist der durch eine hohe und flüchtige Suche ausgezeichnete Vorstehhund bloß dazu bestimmt, das Wild zu finden, demselben vorzustehen, und wenn es hoch und eventuell beschossen wird, sofort Tout beau zu machen. Man verwendet zum Apportieren nur ruhige verläßliche Hunde, Retrivers genannt. Bei so zu dressierenden Hunden entfällt in der Stubendressur die Lektion 3 und 4. D. V.

mit Leinwand umwickelt an beiden Enden mit dünnen, kreisrunden Scheiben oder kreuzweis gestellten Stäbchen versehen ist, so daß er etwa 4 cm vom Boden abstehe.

Nachdem nun der Hund zum Sitzen beordert wurde, legt ihm der Jäger den Apportierbock ein, indem er ihm, durch Einführen des Daumens der rechten Hand hinter den Fangzähnen und über die Zunge hinweg, unter freundlichem Zuspruch die Schnauze öffnet. Hält nun der Hund den Bock fest, so läßt ihn der Jäger eine Strecke neben sich hergehen, wobei er genau darauf zu achten hat, daß der Hund den Apportierbock trage.

Dann nimmt er ihm letzteren wieder ab, nachdem er den Hund zuvor niedersitzen ließ, ihn durch leises Kneipen in die Lappen oder den Zuruf „Laß" dazu veranlassend. Der Hund muß nun in sitzender Stellung verharren und der Jäger wirft oder rollt den Apportierbock von sich, indem er den Hund durch eine charakteristische, für dieses Kommando stets beizubehaltende Handbewegung oder den Zuruf: Apporte auffordert, das Holz herbeizubringen. Diesem Befehle wird der Hund, seinem natürlichen Instinkte folgend, schnell und gern nachkommen, der Jäger soll ihn jedoch erst dann durch Liebkosen beloben, wenn der Hund den Apportierbock augenblicklich, ohne damit zu spielen, Umwege vermeidend, bringt und in sitzender Stellung weiterer Befehle harrt.

Mit der Wiederholung der Lektionen des Tout beau und Avance vor dem Apportierbock ist die Stubendressur eigentlich beendet und der Jäger kann nun mit einer wichtigen Uebergangslektion zur Felddressur übergehen. Erstere soll den Hund lehren, verschiedene Gattungen geschossenen Wildes regelrecht zu apportieren, dabei erweitere man stets die vom Hunde zurückzulegende Strecke. Bei dieser Lektion achte man genau darauf, ob der Hund nicht zu scharf faßt und das Wild drückt, strafe jedoch diesen Fehler nicht, da derselbe blos dem Uebereifer entspringt. Es ist wichtig, diesen Fehler gleich im Keime zu unterdrücken, und man durchziehe deshalb das für Lehrzwecke bestimmte Federwild mit Draht, jedoch so, daß derselbe vom Gefieder bedeckt ist und dem Hunde nur dann empfindlich fühlbar wird, wenn er „drückt". Wenige solche Lektionen werden wohl genügen, dem Hunde diese Untugend abzugewöhnen.

Der Jäger möge nun zur Lehre des Verloren-Suchens übergehen, indem er den Hund ein geschossenes Geflügel, auch etwa eine Katze, im Freien eine Strecke tragen läßt, die Richtung mit dem Winde nehmend. Hierauf nimmt man das Stück dem Hunde ab, wirft es abseits und entfernt sich nun, den Hund an der Seite behaltend, eine Strecke weit, das Stück immer im Auge behaltend. Dann erst löse man den Hund von der Leine und beordere ihn mit der Handbewegung, die er vom „Apporte" her kennt, oder mit dem Zurufe „Such verloren"!, das abgelegte Stück zu suchen und zu bringen, was der Hund um so leichter verstehen und ausführen wird, da er in gutem Winde auf seiner eigenen Fährte vorzugehen hat. Diese Lektion ist mit ebenfalls immer erweiterten Entfernungen, so lange fortzusetzen, bis der Hund jederzeit, sowohl abgelegtes Wild, als auch jeden Gegenstand, der die Witterung seines Herrn hat, selbst auf weite Strecken Verloren sucht und bringt. Einen so ferm par force dressierten Vorstehhund kann der Berufsjäger besonders in Revieren mit bedeutendem Edel- und Damwildstande sehr gut verwenden, indem er ihn zum Suchen und Apportieren der Abwurfsstangen der Hirsche abrichtet.

Zum Schlusse möge sich der Jäger nur noch die Erfahrung vor Augen halten, daß der Hund erst dann im Holze oder zur Wasserjagd zu verwenden ist, wenn er im Felde vollkommen ferm arbeitet. Ueberhaupt verwende man zur Wasserjagd lediglich solche Hunderassen, deren lang- oder rauhhaariges Fell und Körperbeschaffenheit sie hiezu tauglich machen, da die feine Nase, sowie die Gesundheit des fein- und glatthaarigen Hundes bei dieser Verwendung sehr leiden.

Felddressur.

Da die Felddressur nur eine Wiederholung, bzw. praktische Anwendung der bei der Stubendressur vorgenommenen Lektionen ist, so hat sie weiter keinen Zweck, als die beiden wesentlichsten, natürlichen Anlagen des Hundes — die Suche und das Vorstehen — für die Zwecke des Jagdbetriebes auszunützen.

Um mit wenigen Lektionen bei der Felddressur ein befriedigendes Resultat zu erreichen, möge der Jäger folgende zwei wichtige Momente beobachten:

1. der Erziehung des Hundes die größte Sorgfalt zuwenden,

2. nur solche Hunde einer Dressur zu unterziehen, von welchen man eben schon bei der Erziehung die Ueberzeugung gewann, daß ihre Anlagen den Aufwand von Zeit und Mühe auch lohnen.

Die Anleitung des Hundes zum Kurz- oder Weitsuchen, wozu in vielen Handbüchern, wenn auch etwas unklare Anweisungen zu finden sind, erkläre ich für durchaus nutzlos, ja undurchführbar.

Die Suche, bzw. die hohe oder tiefe, und mit denselben genau im Zusammenhange die weite, flüchtige oder kurze und langsame Suche sind durchaus gegebene, natürliche Anlagen, welche aus der höheren oder geringeren Entwicklung der Geruchsorgane resultieren.

Hier möge nun auch der in der Praxis altbewährte Erfahrungssatz Raum finden und von Berufsjägern beherzigt werden, daß das geringste Versehen des Dresseur's bei der Erziehung oder beim Abführen des Hundes sich um so nachhaltiger und fühlbarer äußern wird, je höher der Hund veranlagt ist.

Bei der Arbeit im Felde ist gleichfalls die Dressierleine in Anwendung zu bringen. Man lasse, sobald sie angeschleift ist, dem Hunde volle Freiheit, die Suche seinen natürlichen Anlagen gemäß auszuführen. Je besser die Nase, desto mehr Unsicherheit wird der Hund anfangs zeigen, doch darf dieses scheinbare Schwanken nicht beirren, da es bloß aus einer hochgradigen Empfindlichkeit der Geruchsnerven resultiert. Es wird bald einer überraschenden Sicherheit im Finden Platz machen.

Der gut erzogene Hund, mit der zu bejagenden Wildgattung bereits vertraut, wird sich im Felde, trotz seines feurigen Temperamentes gelassen zeigen.

Wenn der Hund anzieht, so ergreife man, sich rasch und unauffällig nähernd, das Ende der Dressierleine, ohne aber den Hund durch straffes Anspannen zu hindern. Der junge Hund wird sich nun vorsichtig, oft kriechend, dem Wilde nähern und endlich fest vorliegen oder vorstehen. Man lasse ihn tout beau machen und avancieren. Der Hund muß unbeweglich bleiben, wenn das Wild hoch wird; macht er den Versuch nachzuprellen, so mahne man ihn durch einen festen Ruck und das Gebot des tout beau an seine Pflicht. Diese Lektion ist nun auch so lange zu üben, bis der junge Hund, auch wenn das Wild, dem er vorstand, beschossen wurde, weiß, wie er sich zu verhalten hat.

Der Jäger soll den Hund bei der Suche an einen bestimmten, leisen Pfiff gewöhnen und ihn stets zu seiner rechten und linken Seite revieren lassen. Letzteres erreicht er am schnellsten, indem er eben im Anfange selbst die angedeutete Richtung einschlägt.

Während des Revierens wird der Hund oft nach seinem Meister zurückblicken und derselbe kann dem Hunde dann leicht durch Handbewegungen die nötigen Anleitungen geben.

Hat man nun alle Lektionen ohne Anwendung der Dressierleine ungefähr eine Woche hindurch geübt, so ist der Hund als abgeführt, als ferm zu betrachten, die reichere Erfahrung, die ihm noch fehlt, wird er sich bei steter Uebung bald zu eigen machen.

Für den Berufsjäger, der einen Hund zu oft sehr vielseitigem Gebrauche haben muß, eignet sich der rauhaarige, kräftig gebaute Hund wohl am besten. Derselbe wird durch

stete Uebung auf verschiedenen Gebieten auch sehr bald so klug und verläßlich, daß der Jäger wirklich einen wahren, treuen, unentbehrlichen Freund an ihm besitzt.

Englische Vollbluthunde sind zu solchen Zwecken nicht verwendbar. Der englische Pointer, der das Ideal eines Hühnerhundes ist, ist im Holze und in Bruch nicht zu brauchen; auch erträgt er die Einflüsse der rauhen Witterung sehr schlecht.

Von großem Vorteile ist es für den Jäger, seinen Hund, sobald er ferm ist, auch auf den Mann zu dressieren.

Er befestige einen bekleideten Strohmann an einer Planke, an welcher ein Ausschnitt so angebracht wurde, daß ein hinter der Planke versteckter Gehilfe die rechte, mit einer Gerte bewaffnete Hand, durchstecken kann. Der Jäger führe nun den Hund an der Planke vorüber und rufe die Puppe zornig an. Endlich muß er scheinbar mit ihr handgemein werden, und den Hund, der die Puppe wohl früher schon angeknurrt haben wird, anfeuern, den Gegner an der Kehle zu packen. Der angreifende Hund wird nun durch einige Hiebe des hinter der Planke verborgenen Gehilfen gereizt und, durch seinen Herrn angeeifert, die Puppe sehr bald herabreißen.

Weitere Angriffe gestatte man jedoch dem Hunde nicht, sondern rufe ihn ab und belobe ihn.

Der Hund wird, durch öftere Wiederholung dieses Manövers, auch mutig und praktisch werden.

Im Felde soll der Hund stets an der Seite des Jägers gehen, beim Begange des Waldes jedoch, namentlich in der Dunkelheit, ist es für die persönliche Sicherheit des Jägers von Vorteil, den Hund einige Schritte vorausgehen zu lassen. Sein treuer, wachsamer Begleiter wird ihn auf diese Weise bei späten Waldgängen vor plötzlichem Ueberfalle durch Wilderer bewahren oder doch rechtzeitig warnen.

Ein fermer, auf allen Gebieten gut eingearbeiteter Hund ist für den Jäger von unschätzbarem Werte, möge er ihn auch stets als treuen, unentbehrlichen Freund behandeln!

3. Der Dachshund.

§ 17. Eine der merkwürdigsten und sonderbarsten Gestalten in der Reihe unserer Hunderassen ist jener krummbeinige Geselle, dessen ernste, fast nachdenkliche Physiognomie und würdevolle Haltung so auffallend mit dem urkomischen Eindruck kontrastiert, den seine ganze Erscheinung macht: der Dachshund.

Auf kurzen, verdrehten, mit starken Pranten und scharfen Krallen versehenen Läufen ruht der lange, am Rücken etwas eingebogene Leib. Den verhältnismäßig großen und gestreckten Kopf ziert ein langer, breiter Behang, der auffallend weit rückwärts angesetzt ist. Sein Gebiß ist äußerst stark und scharf.

Die plumpen, kurzen, unverhältnismäßig starken Vorderläufe sind am Handgelenk so stark eingebogen, daß sie sich fast berühren, während der untere Teil derselben wieder scharf nach auswärts gekrümmt ist. Die Hinterläufe bewehrt eine etwas höher gestellte, scharf bekrallte Afterzehe. Die Rute, an der Wurzel dick, gegen die Spitze verschmälert, welche fast bis zum Fersengelenke reicht, trägt der Dachshund nach aufwärts gerichtet und ziemlich stark nach einwärts gebogen.

Die Färbung der kurzen, glatt am Leibe liegenden, etwas groben Behaarung ist schwarz, braunrot oder gelbrot, seltener grau gefleckt. Charakteristisch ist die brandrote Färbung ober den Augen, an den Backen und an der Innenseite der Läufe „der Brand", welcher sich auch bei der braunen, gelben und grauen Haarfärbung zeigt, wodurch letztere dann dreifärbig erscheint.

Langhaarige Dachshunde, die vereinzelt in Schweden, Norwegen und Dänemark ge-

züchtet werden, taugen in der Regel nicht viel. Auszunehmen sind hievon die rauhaarigen, schottischen Dachshunde.

Im Waldreviere ist ein guter Dachshund sehr wertvoll, ja unentbehrlich. Die Berufsjägerei soll der Haltung und sorgfältigen, sachkundigen Zucht des Dachshundes die möglichste Aufmerksamkeit widmen, besonders in solchen Revieren, wo Fuchs- und Dachsbaue vorhanden und zeitweilig bewohnt und befahren sind, oder wo das Brackieren auf Reh- und Edelwild, sowie auf Füchse und Hasen vorteilhaft, ja oft die einzig mögliche Jagdmethode ist.

Die korrekte Wahl der Individuen ist hiebei höchst wichtig. Ein Dachshund mit schlechten Anlagen ist nicht nur des Futters unwert, sondern schädigt auch die Jagd nach verschiedenen Richtungen, statt ihr förderlich und dienlich zu sein.

Der Ansicht vieler Jäger, daß der Dachshund keiner Abrichtung und Führung bedürfe, und man eben mit seinen schlechten Eigenschaften der Unfolgsamkeit, Bissigkeit und Unverträglichkeit rechnen müsse, stelle ich hier den auf vielseitige Erfahrung gestützten Lehrsatz entgegen: „Der Dachshund ist zu erziehen und muß folgen, und zwar unbedingt folgen lernen."

Daß der Jäger bei der Dressur desselben, die allerdings ziemlich einfach ist, jedwede Brutalität vermeiden soll, ist wohl selbstverständlich.

Der Jäger muß bei einem Wurfe junger Dachshunde von dem Tage an, wo derselbe zu sehen beginnt, mit den der Rasse eigentümlichen und angeborenen Eigenschaften rechnen. Das Naturell des Dachshundes ist ein ernstes, ja mürrisches und äußerst empfindliches, seine vorherrschenden, angeborenen Eigenschaften — ein hoher Mut und eine energische, aggressive Entschlossenheit.

Der Dachshund darf vor Ablauf des ersten Lebensjahres nicht zur Jagd verwendet, d. h. in ihren Betrieb eingeführt werden, der Jäger hat somit Zeit und Muße, sich der vorhergehenden notwendigen Erziehung des jungen Hundes zu widmen. Neckereien und rohe, wohl gar tückische Mißhandlung durch Unberufene müssen, wie bei jedem jungen Jagdhunde, auch beim Dachshunde strengstens vermieden werden, da solche Einflüsse Bosheit, Unverträglichkeit, Tücke und Hinterlist anerziehen.

Einen sehr wohlthätigen Einfluß auf die Ausbildung des Charakters übt die stets freundliche, dem ernsten Naturell des Hundes angepaßte Behandlung, auch ein öfteres Aufnehmen und schmeichelndes Streicheln. Die erste, durchaus nicht unwichtige Erziehungsstufe besteht in nichts anderem. Vor der Einführung zum Jagdgebrauche ist überdieß zweierlei zu erzielen:

1. der Appell, die unbedingte Folge auf den Ruf, und
2. Leinenführigkeit, d. h. die Unterweisung und Uebung, wo und wie der angeleinte Hund an der Seite des Jägers zu gehen habe.

Durch die herangebildete Anhänglichkeit und Unterwürfigkeit wird der Hund schon auf der ersten Stufe der Erziehung so ziemlich Gehorsam erlernt haben, das weitere ist auf folgende einfache von mir selbst erdachte und erprobte Weise zu ereichen: Der Jäger lasse die tägliche Nahrung der Hunde mit einem Brette verdeckt in den Hof bringen und ordne das Freilassen der Hunde für den Augenblick an, wo er in stets gleichem Rhytmus ein bestimmtes Signal bläst. So wie für den Jagddienst eignen sich auch hier zweistimmige Hüfthörner am besten. Sobald sich nun die Hunde, die sehr schnell begreifen, daß der Ruf ihnen gelte, um den Jäger versammelt haben, soll derselbe sie anrufen und das Futter aufdecken. Die Hunde lernen auf diese einfache Weise auf den Ruf folgen, und, wenn der Jäger später nicht vergißt, eine kleine, genießbare Belohnung in der Jagdtasche mitzuführen und den jagenden, auf seinen Ruf zurückkehrenden Hunden preiszugeben, so

wird er bald das gewünschte Ziel erreichen. Der so dressierte Hund wird jederzeit, auch im höchsten Jagdeifer und selbst, wenn ihn etwa ein geschlossenes Fenster hindert, durch die Scheiben hindurch dem Rufe folgen.

Die Leinenführigkeit ist am Dressierhalsbande leicht zu lehren, und der individuellen Ansicht des Jägers sei es überlassen, den Hund an der linken oder rechten Seite neben niemals aber vor sich gehen zu lassen. Nach Ablauf seines ersten Lebensjahres soll der Hund gutmütig, anhänglich, nicht handscheu, dem Rufe unbedingt folgsam und leinenführig sein. Von da ab teile ich die Ansicht anderer, daß dem Dachshunde wenig mehr zu lehren sei. Man wähle nun den Monat Mai zur Einführung des Hundes für den Jagdgebrauch am Bau. Sobald man einen Bau ausfindig gemacht hat, in welchem junge Füchse auskamen, begebe man sich mit dem Eleven, der mit einem guten alten Dachshunde zusammengekoppelt ist, an der Leine dahin. Es gilt als altbewährte Regel den Dachshund erst dann auf den Dachs zu verwenden, wenn er am Fuchsbau in seine künftige Mission eingeweiht wurde und sich dort die Sporen verdiente.

An dem von jungen Füchsen bewohnten Bau angelangt, nimmt der eine Jäger den alten, ein zweiter den jungen Dachshund auf den Arm und beide begeben sich nun an die am meisten ausgeführte und befahrene Röhre. Der alte Hund wird nun feurig und unruhig werden, ja sogar vor Begierde winseln, man halte ihn jedoch zurück, bis auch der Junge, aufmerksam gemacht, unruhig wird. Man streichle ihn nun sanft, indem man ihm zuruft: „Faß, faß den Fuchs!“ und mit ihm vor der Ausfahrt der Röhre niederkniet. Der eine Jäger läßt nun den alten Hund hinein, während der andere den Jungen in die Röhre setzt unter obigem Zuruf ihn auf den Rücken klopfend. Will der junge Hund nun nachfahren, so lasse man ihn fort, sträubt er sich jedoch und kehrt um, so nehme man ihn gleich wieder auf den Arm und bleibe so mit ihm vor der Röhre sitzen, bis der alte Hund laut wird. Dann mache man einen zweiten Versuch; zeigt der Junge wieder keine Lust nachzukriechen, so nehme man ihn auf und treffe unverzüglich die nötigen Anstalten zum Einschlagen, welch letztere später näher präzisiert werden.

Beim Einschlagen kommt man gewöhnlich da auf die Röhre, wo der alte Hund vor den Füchsen liegt; ist dies der Fall, so steigt der Jäger, der den jungen Dachshund hält, in den Einschlag hinab und läßt nun beide Hunde an die jungen Füchse, gestattet ihnen, wohl auch vor seinen Augen einen derselben zu würgen. Von großem Vorteil ist es, sich, wenn die Möglichkeit vorhanden ist, noch denselben oder den nächstfolgenden Tag wieder an einen von jungen Füchsen bewohnten Bau zu begeben. Der junge Hund wird nun wahrscheinlich dem alten von freien Stücken nachkriechen und mit ihm laut werden, und ist, falls er keines von beiden thut, anzunehmen, daß er das richtige Alter noch nicht erreicht hat. Es gibt einige vorzügliche Dachshundracen, welche erst nach Vollendung des zweiten Jahres zur Jagd am Baue verwendbar und beherzt genug sind, dem Fuchs an den Balg zu gehen.

Dem erfahrenen und aufmerksam beobachtenden Jäger wird übrigens ein wenn auch mißlungener erster Versuch genügen, um sich ein Urteil über die Anlagen seines Eleven zu bilden. Erreicht man auf vorbezeichnete Weise kein Resultat, so gibt es noch einen Weg. Der Jäger hetze an einem gut umschlossenen Orte junge Füchse mit beiden Hunden, mache hierauf an einem ebenfalls fest umschlossenen Orte eine etwa 3—4 m lange Rinne in die Erde, welche auch die genügende Weite hat, bedecke sie mit einem Brette und Sand und Rasen, so daß von oben kein Licht einfallen kann. Nun lasse er den jungen Fuchs und unmittelbar darauf auch den jungen Hund und einen nicht allzu scharfen alten Dachshund hinein, lasse sie beide längere Zeit vorliegen und öffne endlich die Röhre rückwärts so, daß der Fuchs durchschlüpfen und der Hund ihm folgen kann, welch letzterem man nun über der Erde auch das Würgen gestatten kann.

Einige solcher Uebungen, und besonders, wenn ihm ein alter Hund vorarbeitet, werden genügen, um einen Hund von guter Race soweit zu bringen, daß er die Röhren eines Baues befahre, auch laut werde und vorliege, wenn er im Baue etwas vorfindet. Sobald einigemale vor dem jungen Dachshunde eingeschlagen wurde, kann man ihn allein gebrauchen. Derselbe wird aber anfangs nicht anhaltend vorliegen, sondern, wenn er eine Weile laut war, aus einer Röhre herauskommen und sich nach seinem Herren umsehen. Dieser nehme ihn sogleich auf, indem er ihm schmeichelnd durch den Zuruf: „Faß Füchsen, faß!" Recht gibt, und lasse ihn, wenn er Lust dazu bezeugt, wieder hinein.

Der Hund wird durch dieses Aufnehmen und Verhalten, welches so oft zu wiederholen ist, als er sich außerhalb des Baues blicken läßt, immer feuriger, wird immer länger anhalten und nicht früher abgehen, bis man vor ihm eingeschlagen und die Füchse ausgegraben hat; er wird höchstens aus der Röhre hervorschauen und zurückfahren, sobald er den Jäger erblickt. Nun erst, nachdem der junge Hund auf junge Füchse gut ist, darf man ihn an einen alten Fuchs bringen. Geschieht dies früher, so wird der Hund durch den mutigen Widerstand des Fuchses leicht feige und wird, wenn er überhaupt noch in den Bau geht und laut wird, so weit vom Fuchse vorliegen, daß dieser sich entweder verkluftet, oder wenigstens ausweicht, wodurch das Einschlagen erschwert wird.

Der Dachshund soll alte Füchse, wenn er sie nicht sofort austreiben kann, so lange necken, bis sie fliehend außerhalb des Baues Rettung suchen. Ein fermer Dachshund muß herzhaft und hart sein, etwa erhaltene Bisse müssen ihn nur mehr anfeuern. Er darf nie *fährtenlaut* werden, d. h. nicht anschlagen, bevor er den Fuchs nicht dicht vor sich hat. Findet er denselben in der Röhre, dann muß er im Kessel antreiben, ohne abzugehen, bis vor ihm eingeschlagen ist, auch wenn dies 5—6 Stunden dauert, höchstens 80—90 cm vom Fuchse vorliegen und fortwährend laut sein. Würgen darf er im Baue niemals.

Vorteilhaft ist es, dem Dachshunde vor der Arbeit am Bau wenig oder nichts zu fressen zu geben. Nachher wasche man ihn und reinige besonders die Augen sehr sorgfältig, dann erst soll er ein kräftiges Futter bekommen. — Ist der Hund gebissen, so muß die Wunde täglich mit Seife und gutem Seifenspiritus gereinigt werden, bis sie vollkommen verheilt ist. Klaffende Wunden hefte man, sobald sie gereinigt sind.

Den fermen Dachshund kann man nun auch ruhig am Dachsbau verwenden, ohne das Feigewerden fürchten zu müssen, das oft die Folge einer verfrühten Verwendung ist, da der Dachs eben als gefährlicher, wehrhafter Gegner dem Hunde oft aggressiv entgegentritt. Nicht selten wird ein Hund, der nicht die genügende Routine und Gewandtheit besitzt, vom Dachse übel zugerichtet, und es ist ersprießlich und *notwendig*, stets noch einen zweiten, scharfen Dachshund bereit zu halten, um ihn dem zuerst eingefahrenen als Succurs nachzusenden, sobald man aus der Art des Gepolters im Baue entnehmen kann, daß der Hund der weichende Teil ist.

Der Dachshund ist auch zum Brackieren auf Edel- und Rehwild, Füchse und Hasen verwendbar, und eignet sich hiezu fast besser, als der eigentlich für diese Jagdmethode eingeführte Wildbodenhund, weil er das Revier weniger beunruhigt und das Wild vor ihm nur trollt, während es vor der flinkeren hochläufigen Bracke äußerst flüchtig an dem Schützen vorbeikommt. Was in bezug auf die Abrichtung des Dachshundes zu dieser Jagdmethode zu sagen wäre, wird beim Wildbodenhund behandelt werden.

4. Der Brackier- oder Wildbodenhund.

§ 18. Der Stammbaum des Brackierhundes ist ein etwas unklarer und rekrutiert sich zumeist aus der illegitimen Deszendenz eines Dachshundes oder aus kühnen Kreuzungen des Vorsteh- und des Dachshundes oder des letzteren und des Schäferhundes u. dgl. Doch habe ich im Norden und Osten des Kontinentes in einigen Gegenden auch sorgfältig ge-

züchtete, einer bestimmten Race angehörende Brackierhunde angetroffen. Sie sind fuchsrot gefärbt, am Rücken schwarz gestromt, auch einfärbig braun oder schwarz, mit weißem Bruststreif und Brand ober den Augen, an den Backenknochen und den Läufen.

Je mehr der Brackierhund in seinem Aeußern an den Dachshund mahnt, desto vorteilhafter wird er als Wildbodenhund verwendet werden können. Die kurzläufigen sind tauglicher als hochläufige Bracken, welche, abgesehen davon, daß sie das Revier in höherem Maße beunruhigen, auch häufig das bejagte Wild einholen, niederziehen und anschneiden.

In koupiertem Terrain, schwer zugänglichen Brüchen, Haidegegenden, an steilen mit Gestrüpp bestandenen Uferlehnen und endlich im unwegsamen Urwald — da überall ist der Brackierhund dem Jäger unentbehrlich. Vier bis fünf bedächtig jagende, die Fährte haltende, nicht waidlaute Hunde genügen zu dieser Jagd, um selbst in ausgedehnten Jagdböden das Wild zu Schuß zu bringen. Vielfache Erfahrung lehrt, daß auch der Fuchs vor den jagenden Hunden selten oder nie zu Bau kriecht, sowie auch der Luchs und die Wildkatze nur selten bei langsam jagenden Wildbodenhunden baumen, sondern meist flüchtig vor die Schützenlinie kommen. Man wähle übrigens mit großer Sorgfalt die beherztesten und kräftigsten Individuen und niemals etwa junge allzu hitzige Hunde, da sich besonders für letztere beiden Wildgattungen durchaus nicht jeder Hund eignet.

Vorteilhafter ist es, bei feuchter Witterung zu jagen, weil da der Hund nicht so leicht durch die Widergänge des flüchtenden Wildes irre geleitet wird, wie bei trockenem Boden; der Wildbodenhund sucht stets mit tiefgesenkter Nase, die Spur des Wildes beschnuppernd.

Was die Dressur des Brackierhundes anbelangt, so besteht sie lediglich darin, ihn an einen bestimmten immer beizubehaltenden Zuruf zu gewöhnen, was am rascheften auf die bereits besprochene Weise beim Füttern erzielt werden kann. Der Hund muß unbedingt auch in der hitzigsten Jagd stets dem Rufe seines Herren Folge leisten.

Die Jäger, mit der Führung der Brackierhunde betraut, müssen sowohl mit der Oertlichkeit als auch mit den Wechseln des Wildes genau bekannt sein. Es ist gut, wenn die Führung und Beaufsichtigung der Hunde stets nur einem und immer demselben Jäger anvertraut ist, doch soll derselbe wenn möglich einen Gehilfen bei sich haben, den er in das Wesen dieser ganz eigenartigen oft schwierigen Jagdmethode einführt.

Nach vollzogener Aufstellung der Schützen und wenn dieselbe durch ein verabredetes Signal verkündet wurde, sind die Hunde unter dem gleichen Zuruf: „Los Hunde, los“! loszukoppeln, und der Jäger folgt nun den umherschwärmenden Hunden, indem er sie durch eifriges Zurufen oder durch das Blasen eines bestimmten Signales am zweistimmigen oder am Halbmondhorn zur Suche anfeuert.

Fällt der Hund eine frische Spur an, was er durch hörbares Schnuppern am Boden, lebhaftere Bewegungen und eifriges Wedeln mit der Ruthe ankündigt, und zeigt er durch leises kurz abgebrochenes Winseln an, daß sie warm sei, so folge ihm der Jäger unter lautem Juchen und rufe die übrigen Hunde mit dem Jagdschrei: „Hai Hoi“! zur Unterstützung herbei. Planlos umherirrende Hunde lenke er mit dem Zurufe: „Da weg, da weg“! auf die richtige Spur, bis sie sämtlich auf derselben beischlagen, d. h. dieselbe haltend, laut Hals geben. Sobald der Kopfhund des Wildes ansichtig wird, gibt er schreiend Hals, was sich von dem gewöhnlichen Geläute wesentlich unterscheidet. Wenn die Hunde die Fährte halten, so ist jeder weitere Zuruf überflüssig.

Der Jäger muß dem Gange der Jagd mit vollkommener Aufmerksamkeit folgen und kann dieselbe bei genauer Terrainkenntnis wesentlich fördern. Wenn der Jäger seine Hunde so gut wie sein Revier kennt und überhaupt seine Sache versteht, so gehört die Jagd mit gutgeführten, nicht waidlauten Bracken in weiten, wildeinsamen Waldgebieten zu den interessantesten und spannendsten.

Ich will nun noch in Kürze die sehr einfache Dressur des Wildbodenhundes hier folgen lassen, insoweit ich sie erprobt fand.

Dem Wildbodenhunde müssen gelehrt werden:

1. Der Gehorsam auf den Zuruf und das Hornsignal, am schnellsten zu erreichen auf die bereits beim Dachshunde angegebene Weise;

2. die Koppelbändigkeit, welche bald gelingt, wenn dem jungen Hunde unter freundlichem Zuspruch ein alter fermer Hund beigekoppelt wird;

3. das Einjagen, welches beim jungen Hunde am schnellsten ein ruhiger, fermer, bedächtig die Spur haltender alter Hund besorgt; man wähle hiezu, wenn möglich, kleine Vorhölzer und feuchtes Wetter.

Nicht dulden, respektive abgewöhnen muß man:

1. das Anschneiden des Wildes, das übrigens ein alter, fermer Hund dem jungen bald abgewöhnen wird, da er beim erlegten Wilde sehr eifersüchtig ist und dem jungen Hunde die Annäherung verwehrt;

2. das Schweißlecken, das bei Wildbodenhunden niemals geduldet werden darf; jedoch gebe man ihnen nach dem Triebe zur Belohnung einige zu diesem Zwecke mitgebrachte Brodkrumen.

Ein durchaus unzulässiges Verfahren, welches aber an einigen Orten als Regel gilt, ist das Genossenmachen der Wildbodenhunde, es lehrt dem Hunde geradezu das Anschneiden des Wildes.

Zeigt sich der junge Hund unter der Führung eines fermen Hundes, dem er alles nachahmt, doch waidlaut, so wird sich der führende Jäger bald überzeugen, daß der Hund weder Nase hat, noch demzufolge die Fährte hält; er ist sofort auszurangieren.

Der Wildbodenhund soll nicht vor dem sechzehnten oder achtzehnten Monate eingejagt werden, da er vorher vollkommen körperlich entwickelt sein soll.

5. Der Otterhund.

§ 19. Ein aus der Kreuzung von Dachs- und Schäferhunden, oder den ersteren mit starken Pintschern hervorgegangener Blendling. Der Otterhund hat den Zweck, den Aufenthalt des Otters aufzuspüren, denselben aus dem Baue zu sprengen und ihn zu stellen oder abzuwürgen. Dieser Hund muß gut und ausdauernd schwimmen, auch tauchen, was man ihm lehrt, indem man ihm in seichtem, klarem Wasser Fleischbrocken vorwirft, die er sich eben herausholen muß. Der Otterhund muß jederzeit geneigt sein, ins Wasser zu gehen.

In unseren Gegenden ist die Otterjagd mit Hunden von geringer Bedeutung, in England und Irland jedoch ist sie außerordentlich beliebt. Der Berufsjäger erlegt den Otter am Ansitz sicherer oder er fängt ihn.

6. Der Saufinder.

§ 20. Die Zwecke, zu welchen der Saufinder verwendet wird, sind schon durch seinen Namen angedeutet. Er hat die Sauen im Holze aufzusuchen und durch kluge Angriffe und Neckereien an Ort und Stelle festzuhalten. — Jeder kräftig gebaute, hochläufige Hund von mittlerer Größe und dichter Behaarung, der Mut und Gewandtheit besitzt, ist zu diesem Zwecke verwendbar, eine spezielle Rasse von Saufindern gibt es noch nicht.

Unbedingte Botmäßigkeit und Leinenführigkeit ist das erste, was dem Finder bei der Dressur und Führung, in vorbezeichneter Weise, beizubringen ist. Dann erst möge man ihn rein einjagen, d. h. ihn lehren, nur der Fährte des Schwarzwildes (der Sauen) zu folgen und vor denselben laut zu werden, jedes andere Wild und dessen Fährte jedoch unbeachtet zu lassen.

Man führe den Hund an einer langen Leine ins Feld, absichtlich Hasen im Lager

aufsuchend. Will nun der Hund dem fliehenden Hasen nachsetzen, so wird ihm ein Ruck an der Leine und der Zuruf: „Pfui ist das" — belehren, daß er das nicht solle. Ebenso verfahre man im Holze bei Reh- und Hochwildfährten, so daß der Hund eine förmliche Scheu vor allen Fährten, die des Schwarzwildes ausgenommen, bekommt. Letztere lasse man ihn unter freundlichem Zuspruch anfallen und eine kurze Strecke verfolgen.

Ist der Hund nun soweit verläßlich, so muß er auf Sauen gut gemacht werden, zu welchem Zwecke man am besten die erste im Spätherbste einfallende Neue wählt. Man bestatte nun geringe Sauen und lege den Hund an und löse ihn, wenn möglich, in Gesellschaft eines fermen Hundes. Wenn der Hund gefunden und gestellt hat, so schießt man die Sau aufs Blatt, daß sie vor dem Hunde zusammenbricht. Später wähle man den Standort einer Bache, löse den Hund und, wenn sich erstere dem Hunde stellt, so schieße man sie, wenn möglich, weidwund. Die wutschnaubende Bache wird nun den Hund annehmen, auch niederwerfen, wodurch derselbe, ohne furchtsam zu werden, vorsichtig wird. Eine solche Hatz ist dann ungemein anregend und für den Eleven sehr belehrend.

Auf Keiler und hauende Schweine löse man nur vollkommen ferme Hunde.

VII. Die Waffen im Dienste des Weidwerks.

Die Waffen, welche der Weidmann auf den Gebieten seines Berufes führt, gliedern sich
A. in Schuß- oder Feuerwaffen,
B. in blanke Waffen.

A. Die Schußwaffen.

§ 21. Diese Gattung von Waffen im Dienste des Weidwerkes ist so alt wie dieses selbst und somit auch wohl so alt wie das Menschengeschlecht selbst.

Die Steinschleuder, in deren Gebrauch sich der Knabe und Jüngling übte, um sie später als wehrhafter Mann im Kampfe wie beim Weidwerk meisterhaft zu handhaben, wurde im Laufe der Zeit durch den Wurfspeer, durch den Bogen mit seinen Pfeilen, die Armbrust und ihre scharfen Bolzen und endlich durch das Feuergewehr verdrängt.

Von der eingehenden Schilderung der Wandlungen, welche die Feuerwaffe im Laufe der Jahrhunderte seit ihrer Einführung erfuhr, absehend, wende ich mich jenen Systemen zu, welche der Gegenwart dienstbar sind: den Hinterladern.

Diese gliedern in zwei Hauptarten und zwar in das Zentralfeuer- und das Stiftfeuersystem, zwischen welchen überdies, gleichsam als Bindeglied, das Zündnadelsystem steht.

Obwohl die beiden letztgenannten, mit ihrer hinlänglich bekannten Konstruktion beachtenswerte Vorteile bieten, so muß doch andererseits zugestanden werden, daß das erstgenannte System, jenes der Zentralzündung, in jeder Beziehung den Vorzug verdient. Das „Lancaster"-Gewehr hat einen sicheren Verschluß, funktioniert in allen seinen Teilen verläßlich, ermöglicht ein sehr rasches Laden und Entladen, während zugleich die adjustierten Patronen thunlichste Sicherheit beim Transporte derselben und deren Gebrauch überhaupt bieten.

Die Waffen, welche der Jäger im Dienste des Weidwerkes führt, sind folgende:

1. **Die Büchse** — einläufig oder doppelläufig. Der relativ kurze Lauf unterscheidet sich durch größere Wandstärke, ist mit gewundenen Zügen (Drall) und nebst der Mücke mit einer Visiervorrichtung versehen, welche ein sicheres Abkommen auch auf größere Entfernungen begünstigt. Die Büchse im Dienste des Weidwerks soll ihr Geschoß auf weidgerechte Entfernungen, auf thunlichst ebener Flugbahn und mit eminenter Durchschlagskraft dem Ziele zuführen.

Das Bestreben der Neuzeit, die Flugbahn des Geschoßes der Büchse als Militärwaffe möglichst weit auszudehnen, führte zu einer allmählichen Verkleinerung des Kalibers

und zur Verlängerung der Geschoße. Diese für die vorgenannte Waffe und deren Zwecke vollkommen gerechtfertigten Neuerungen fanden indes allmählich auch bei der Konstruktion der Büchsen für den Jagdgebrauch Anwendung. Die im Laufe der letzten Jahre von England eingeführte, in vorstehendem Sinne konstruierte Expreß-Büchse, welche ein kleinkaliberiges übermäßig langes Geschoß bei sehr starker Pulverladung auf ebener Flugbahn und mit vorzüglicher Treffsicherheit dem Ziele auf weite Entfernungen zuführt, begann die übrigen Lauf- und Geschoßkonstruktionen zu verdrängen, was jedoch nicht ohne Einspruch geschah [23]).

Dieser Umstand fordert zunächst die scharfe Präzisierung jener Momente, welchen die Büchse im Dienste des Weidwerks im Hinblick auf ihre Leistungen und zwar, einerseits in bezug auf ihre Flugbahn, andererseits auf ihre Wirksamkeit im Wildkörper, Rechnung zu tragen hat. Es sind dies kurz folgende:

1. Die Flugbahn der Jagdbüchse, bezw. ihres Geschoßes, soll eine derart gestreckte (ebene) sein, daß sie ein thunlichst gleichmäßiges Visieren auf weidgerechte Entfernungen ermöglicht.

2. Weidgerechte Entfernungen — dies muß hier nachdrücklichst betont werden — haben unbedingt dort ihre Grenze, an welcher es dem Schützen möglich ist, den weidgerechten Zielpunkt am Wildkörper — das Blatt — sicher ins Auge fassen zu können.

3. Das Geschoß für den Dienst des Weidwerks muß derart gestaltet sein, daß es auf seiner Flugbahn in thunlichst geringem Maße zufälligen Ablenkungen (durch Zweige und Astwerk) unterliege.

4. Beim Auftreffen auf den Wildkörper soll das Geschoß ohne Rücksicht auf den Winkel, unter welchen sich das vollzieht, durchschlagen, ohne durch zähen oder elastischen Widerstand, wie solchen Sehnen, Muskelpartien, Rippenknochen und endlich die Wilddecke selbst bieten, abgelenkt zu werden.

5. Das Geschoß soll vermöge seiner Gestaltung einen Einschuß bilden, welcher sich nicht schließt und reichlich Schweiß gibt; es soll sich in thunlichst geringem Maße infolge der Stauchung deformieren und demgemäß auch beim Durchschlagen durch den Wildkörper einen Ausschuß bilden, welcher das Wild zu gunsten seiner Verwertung nicht verunstaltet.

6. Das Geschoß soll nach dem Auftreffen auf den Wildkörper unentwegt die ursprünglich bezielte Richtung festhalten, rasch und sicher lähmen bezw. töten.

Die Frage: ob das moderne Langgeschoß den vorangestellten, ebenso berechtigten als unerläßlichen Forderungen gerecht werde, muß ich auf Grund persönlicher Beobachtungen, vielhundertfältiger Erfahrungen und Proben mit voller Entschiedenheit verneinend beantworten.

Das Langblei (Expreß-Geschoß) entspricht lediglich, wie vorgesagt, in bezug auf Rasanz und Treffsicherheit, allen übrigen vorangestellten Forderungen aber nur zum Teil oder gar nicht.

Ein Geschoß, wie es der Weidmann braucht und zu fordern berechtigt ist, soll beiläufig das Längenverhältnis IIII zum Durchmesser III betragen, während der letztere für den Gebrauch auf hohes Wild die Minimalgrenze von $11^1/_2$ mm nicht überschreiten soll. Die Spitze (Stirnseite) muß flach und im Hinblick auf ihren Durchmesser bis zu etwa $^4/_5$ desselben flach abgestutzt sein, um einen stumpfen unentwegten Einschlag und einen gut schweißenden Einschuß zu sichern [24]).

---

23) Siehe ein kritisch polemisches Essay des Verfassers in der Wiener Jagdzeitung v. J. 1877 und jene in den deutschen Jagdzeitungen im Jahre 1886—87.

24) Das von mir jüngst konstruierte, von dem k. k. Artillerie-Hauptmann H. Heissig adjustierte, seitens der Patronenfabrik G. Roth in Wien erzeugte Geschoß, welches allen vorangestellten Momenten Rechnung trägt, wurde einer strengen komparativen Prüfung unterzogen und hat dieselbe in jeder Richtung bestanden. Das 14,9 mm im Durchmesser haltende relativ kurze Geschoß hat die Rasanz in der Flugbahn des englischen Expreß-Rifle trotz namhaft verringerter Pulverladung auf alle weidgerechten Entfernungen erreicht und seine Schußwirkungen weitaus übertroffen. Die adjustierten „Hochwildpatronen" mit gepreßtem Weichblei-Geschoß liefert die obbenannte Fabrik.

2. **Die Schrotflinte.** Diese der Niederjagd dienstbare Waffe führt glatte Rohre mit cylindrischer (in relativem Sinne) oder konischer Bohrung.

Ein vorurteilsfreier, kritischer Blick auf die Leistungsfähigkeit dieser Schußwaffe erweist unwiderleglich die Thatsache, daß die moderne Hinterladerwaffe ihre Vorgängerin, die Perkusionsflinte, weder im Weitschuß noch in der Durchschlagskraft übertrifft und somit auf diesem speziellen Gebiete der Waffentechnik bis nun kein wesentlicher und unanfechtbarer Fortschritt zu verzeichnen sei. Die Vergrößerung des Kalibers und Verstärkung der Pulverladung vermag ich ebensowenig als Fortschritt anzuerkennen, als ich anderseits auf grund vielfacher, persönlich vorgenommener, komparativer Proben, der vielgerühmten Würgebohrung — Choce-bore — dieses Epitheton zuzusprechen in der Lage bin.

Ich selbst führe cylindrisch gebohrte Schrotflinten mit kurzen Rohren, Kaliber 16, welchen selbst gerühmte englische Choce-bore-Läufe, Kaliber 12, niemals, weder im Weitschuß, noch in der Durchschlagskraft, den Vorrang abzugewinnen, im stande waren. Die Erfahrung lehrt uns, daß die Fabrikation der Schrotläufe, bezw. ihre schußfertige Herstellung, noch von vielfachen, zum Teile rätselhaften Zufällen abhängig ist. Es wird dies durch die unwiderlegliche Thatsache erwiesen, daß eine Reihe qualitativ gleichartiger Einheiten trotz angestrebter gleichmäßiger Behandlung durchaus verschiedene, vorher unberechenbare Schußresultate liefern [25]).

Der knapp bemessene Raum gestattet mir nicht, ausführlicher auf die vorangeführten Momente einzugehen und ich möchte nur noch der Ansicht Raum gewähren, daß bei Herstellung unserer Schrotläufe weniger eine Potenzierung des Weitschießens, als eine möglichst gleichmäßige und genügende Durchschlagskraft der Projektile neben Gleichförmigkeit der Streukegel zunächst anzustreben wäre [26]).

3. **Die Büchsflinte.** Diese Schußwaffe ist in bezug auf ihre Laufkonstruktion eine Kombination, welche ihrer Benennung entspricht. Während ein Lauf und zumeist der linke für den Kugelschuß im Drall gezogen ist, schießt der glatte rechte Lauf das kleine Blei; Die Laufschiene, welche die beiden Rohre verbindet, ist nebst der Mücke mit einem umlegbaren Büchsenvisier versehen. Die praktischen Vorteile, welche die vorbezeichnete Kombination für den Jagdgebrauch aufweist, werden indes durch manche Nachteile nahezu auf-

---

Original-Hochwildbüchsen liefern vorläufig: Springer's Erben, k. k. Hof-Waffenfabrikanten in Wien und Peter Oberhammer in München. Der Verfasser.

25) Gegenteilige eventuell von Reklame angehauchte Behauptungen können jederzeit durch exakte Beweisproben widerlegt werden Der Verfasser.

26) Ich habe eine Laufkonstruktion erfunden und deren Patentierung unter dem Namen Dombrowski-Universal-Lauf bereits angemeldet bezw. erworben, welche den vorbezeichneten Uebelständen auf grund durchgeführter Proben wirksam abhelfen dürfte.

Mein Universal-Lauf ist streng cylindrisch gebohrt und mit geraden wellenförmigen Zügen, deren Sohlen- und Scheitelpunkte genaue Parallelen aufweisen, versehen, während das Kaliber auf 20 und 16 reduziert ist. Die Vorzüge dieser Laufkonstruktion basieren auf folgenden Momenten:

1. Dieselben werden in vollkommenster Gleichheit auf maschinellem Wege schußfertig erzeugt und sind jedwedem Hinterladersysteme anzupassen.

2. Infolge der vorangeführten Herstellungsweise und der eigenartig geformten Züge, welche den an der Peripherie der Schrotsäule liegenden Projektilen mit ihren parallelen Feldern gleichsam eine gebundene Marschroute d. h. eine Flugbahn anweisen, aus welcher sie nach keiner Richtung abzuweichen im stande sind und somit auch die im Zentrum der Schrotsäule liegenden Projektile unentwegt mit aus dem Rohre führen, ist eine vollkommene Gleichmäßigkeit der Schußleistung erzwungen. Demgemäß und durch den weiteren Vorzug der Laufkonstruktion, welche weder eine Keilung noch eine Stauchung der Schrote, wie dies bei der konischen Bohrung und insbesondere bei der Würgebohrung (Choce-bore) der Fall ist und somit auch keinen Kraftverlust bedingt, ist die Durchschlagskraft trotz des geringen Kalibers eine unvergleichlich gute.

3. Der Universal-Lauf schießt überdies eine dem Kaliber genau entsprechende auf maschinellem Wege aus Weichblei gepreßte Kugel mit der Treffsicherheit des Büchsenrohres und gleicher Durchschlagskraft auf 80 Schritte. Diese Läufe werden vorläufig ausschließlich in den weltbekannten Werkstätten von August Francotte in Lüttich — Belgien — auf maschinellem Wege vollkommen schußfertig hergestellt. Der Verfasser.

gewogen. Die Verteilung des Gewichtes infolge der ungleichen Stärke der Läufe beeinträchtigt die Handlichkeit der Waffe, während anderseits der Schrotlauf nur in vereinzelten Fällen befriedigende Schußresultate liefert [27]).

4. **Der Drilling.** Diese Waffe führt zwei nebeneinanderliegende Schrotläufe während unterhalb derselben ein Büchsenrohr angebracht ist. Diese Schußwaffe hat sich namentlich in Revieren, in welchen Hoch- und Niederwild gehegt wird, viele Freunde erworben, und es sind namentlich die patentierten Systeme der renomierten Werkstätten von Sauer und Sohn in Suhl und Peter Oberhammer in München hervorzuheben.

5. Die Ladung der Schußwaffen. Als erprobten, zugleich aber auch nicht allenthalben beachteten Grundsatz möchte ich jene Ladeweise anempfehlen, welche einerseits das Pulver thunlichst luftdicht abschließt und anderseits das Projektil bezw. die Schrotsäule derart aufsetzt, daß das Pulver nicht allzusehr im Laderaum gepreßt wird und genügende Zwischenräume behufs vollkommener und gleichmäßiger Verbrennung erhalten bleiben. Empfehlenswert ist es ferner, daß der Jäger ohne Rücksicht auf die Schablone der üblichen Lademasse das zweckentsprechende Mengenverhältnis für seine Waffen praktisch selbst ermittle und erprobe.

Für den Schrotschuß sind elastische Fettpfropfen, welche von der Pulverladung durch schwache, geteerte Blättchen isoliert werden, empfehlenswert, doch müssen diese Pfropfen jene Dimension bezw. jenen Durchmesser haben, welche im Rohr möglichst dicht schließt, und ein Umstülpen derselben ebensowohl als ein seitliches Entweichen der Pulvergase verhindert. Zum Abschluß der Patrone auf dem Scheitel der Schrotsäule genügt ein dünnes, mit Schreibpapier beklebtes Pappblättchen, auf welchem die Schrotnummer verzeichnet werden kann. Das Einwürgen des Patronenhülsenrandes soll nur insoweit geschehen, als dies für die Erhaltung der Schrotsäule in ihrer ursprünglichen Lage notwendig ist. Ein stärkeres Einwürgen bedingt mehr Widerstand und Kraftverlust und begünstigt keineswegs, wie viele Jäger meinen, einen schärferen Schuß, sondern folgerichtig das Gegenteil.

Die Handhabung der Schußwaffen.

Das Schießen ist eine freie Kunst, die sich ebensowenig als eine andere lehren läßt; — lehren und erlernen kann man nur die handwerksmäßigen Anfangsgründe und jene Regeln, die der Jäger im Interesse der eigenen und der öffentlichen Sicherheit beobachten muß. Beim Schießen aufs Wild überhaupt und insbesondere bei jenem mit der Kugel wird es eben wie bei allem und jedem nur Jener zu einer hervorragenden Leistung und zur Meisterschaft bringen können, der — „das Zeug dazu hat“.

Die auf dem Scheibenstande erworbene Treffsicherheit und alle erdenkliche Theorie, so wissenswert und ersprießlich sie auch ansonst sein mag, wird dem Schützen nimmer zum grünen Bruch im freien Waldrevier verhelfen, wenn er nicht über jene Trias von Eigenschaften des berufenen Jägers gebietet: Geistesgegenwart, Schnelligkeit und Ruhe.

Beim Abgeben des Schusses wären folgende Regeln der Erfahrung zu beachten:

1. Auf stehendes Wild.

a. Steht der Schütze tief und das Wild hoch, dann muß das Korn um desto feiner genommen werden, je stumpfer der Winkel ist, unter dem man den Schuß abgibt. — b. Steht das Wild tief und der Schütze hoch, dann muß das Korn um so voller genommen werden, je steiler der Abstand zwischen beiden ist. Immer jedoch muß man den bezielten Teil des Wildkörpers voll auf der Mücke haben, d. h. unterhalb demselben abkommen.

27) Ein Büchsenrohr, welches mein Hochwild-Geschoß führt und ein Universal-Lauf-Kaliber 20 dürften sich für den Bau von Büchsflinten und Drillingen um so mehr empfehlen, da die Läufe nahezu gleiche Dimensionen aufweisen und den bis nun hervorgetretenen Mängeln dieser Waffe wirksam begegnen. Der Verfasser.

2. Auf flüchtiges Wild.

a. Der Schuß auf das bezielte Wild soll stets im Niedersprunge angetragen und abgegeben werden. — b. Die Entfernung des Schützen vom bezielten Wilde einer- und die mehr oder minder rasche Fortbewegung desselben anderseits bedingen ein kürzeres oder weiteres Vorhalten vor den zu treffenden Körperteil. — c. Sehr wichtig und im allgemeinen unbeachtet ist beim Abkommen auf flüchtendes Wild, das genaue Festhalten der Parallele mit der Konfiguration des Bodens, auf welchem sich dieses fortbewegt, da es keineswegs gleichgültig ist, ob dies auf nieder- oder aufsteigendem oder auf ebenem Boden geschieht.

Die vollkommene Treffsicherheit mit der Büchse wie mit der Schrotflinte beruht, abgesehen von allgemein gültigen Grundregeln, auf subjektiven Fähigkeiten und läßt sich schwer definieren; mein eigenes bewährtes Verhalten ist kurz folgendes:

Mit der Schortflinte ziele ich gar nicht, sondern erfasse mit raschem Blick die Fluchtrichtung und das Terrain und drücke im Anschlagen auch sofort ab [28]). Beim Schusse mit der Büchse erfasse ich zunächst mit kurzem, scharfem Blick die Situation, fasse den betreffenden Teil des Wildkörpers mit der im Visier sitzenden Mücke und gebe mit einem raschen Ruck nach vorwärts, der Fortbewegung wie der Entfernung Rechnung tragend, den Schuß sofort ab, und ich darf wohl behaupten, daß mir ein Kugelschuß auf flüchtendes Wild, selbst bei sehr knappem Ausschuß, und selbst ein Doppelschuß in verschiedene Richtungen nur selten mißlingt.

Der Stecher am Büchsenschloß ist wohl unter Umständen vorteilhaft, ja notwendig, dessen Anwendung jedoch beim Schießen in der Flucht weit mehr ab- als zuträglich.

Bei der Führung und Handhabung der Waffe wären folgende Regeln, im Hinblick auf die eigene wie auf die Sicherheit der Jagdgenossen, strenge zu beachten:

1. Soll die Schußwaffe stets erst außerhalb der Behausung und bei gemeinschaftlichen Jagden erst beim Beginne des Jagens geladen werden.

2. Bevor man die Patrone einschiebt, werfe man einen prüfenden Blick durch die Rohre und spanne das geladene Gewehr erst dann, wenn man den angewiesenen Stand eingenommen hat. Am Schlusse jedes Triebes ist das Gewehr sofort wieder zu entladen.

3. Beim Revierbegang oder bei der Birsche ist die höchste Vorsicht ratsam, wenn man mit geladenem Gewehre einen dichten Holzbestand zu passieren hat.

4. Bei Standtrieben darf man die Schußwaffe erst dann in Anschlag bringen, wenn das Wild die Schützenlinie passiert hat. Das Schießen triebeinwärts ist unter gewissenhafter Beachtung der Dispositionen des Jagdleiters nur insolange gestattet, bis dasselbe durch ein verabredetes Signal eingestellt wird.

Dieselbe Regel gilt auch bei Kesseltrieben; strengste Vorsicht und Besonnenheit bei jedwedem Jagen.

B. Die blanken Waf.fen.

§ 22. Diese gliedern sich in Seitengewehre und in Fangeisen.

1. Das Seitengewehr, welches strenggenommen — und man sollte dieses Vorrecht allerorts auch unentwegt aufrecht halten — nur der wehrhaft gemachte „gelernte" Jäger und der Forstbeamte zu tragen berechtigt ist, steht in zwei verschiedenen Formen in Gebrauch und zwar:

---

28) Gelegentlich eines großen Treibjagens hatten einige meiner Jagdgenossen, welche die Art meines Schießens aus Erfahrung kannten, die Behauptung aufgestellt, daß mir die Mücke an den Schrotgewehren deshalb unnütz sei, weil ich bei der blitzschnellen Abgabe des Schusses zum Zielen unmöglich Zeit finden könne, und hielten, nachdem sie mich hievon verständigt hatten und ich die Mücken sofort von meinen Gewehren entfernen ließ, diesfalls eine hohe Wette. Sie gewannen dieselbe, da ich an jenem Tage 99 Hasen, 40 Fasanenhähne, 16 Lapins und eine Elster streckte. Der Verfasser.

Als Hirschfänger mit einer über 30 cm langen Klinge, welcher zugleich mit dem vorgeschriebenen Dienstkleide in verschiedener Ausstattung als Dienst- und Berufswaffe vom Jäger und Forstmann getragen wird.

Als Weidmesser mit einer kurzen breiten, unten 30 cm langen Klinge. Beiden Arten ist überdies noch ein kurzes scharf zugespitztes und geschliffenes Jagdmesser, der Genickfänger, angefügt, welches beim Genickfang an angeschweißtem Wilde und auch beim weidgerechten Zerwirken desselben Verwendung findet. Der Blattfang mittelst des Hirschfängers oder Weidmessers hat — wie jener mit dem Genickfänger bei geringerem Wilde — den Zweck, die Todesqualen des angeschweißten hohen Wildes rasch abzukürzen; doch räume ich diesfalls dem Gnadenschuß hinter das Gehör aus sicherer Nähe unbedingt den Vorzug ein.

Das Abfangen von groben Sauen, auch dreijährigen Keilern mit dem Hirschfänger ist — Notfälle ausgenommen — ein ebenso unnützes als gefahrvolles Wagstück[29]).

2. Die Fangeisen.

a. Die Saufeder. Diese besteht aus einer starken, scharfen, zweischneidigen, oder auch vierkantigen, 28—30 cm langen, 7—8 cm breiten Klinge, welche auf einem Schaft von 4 cm Durchmesser und 1½ m Länge fest aufgenietet ist. Am unteren Ende der Klinge werden entweder zwei kurze eiserne Barren von 1 cm Durchmesser winkelrecht angebracht, oder der Sproß einer geringen Edelhirschstange in gleicher Stellung mittelst Riemen befestigt, um das allzutiefe Eindringen zu verhindern. Die Klinge der Saufeder wird, sobald sie außer Gebrauch steht, stets durch eine aus starkem Leder angefertigte Scheide verwahrt.

Der Schaft wird mit etwa 1 cm breiten Lederriemen verflochten, um das Gleiten desselben beim Abfangen zu verhindern.

Der Jäger, welcher die Saufeder zu führen hat, streckt den linken Fuß mäßig und mit gebogenem Knie vor, während der rechte Fuß mehr gestreckt nach rückwärts gestellt wird, um dem Anprall genügenden Widerstand leisten zu können. Die linke Hand umfaßt den Schaft oberhalb der Mitte und wird fest auf den Schenkel des linken Knies gestützt, während die rechte Hand denselben am unteren Ende erfaßt und in wagrechte Richtung bringt.

In dieser Stellung erwartet man mit kaltblütiger Ruhe das wild anstürmende Schwein, richtet die Klinge auf die Brust desselben ohne jedoch einen Stoß zu versuchen, da das Schwein selbst wie toll ins Eisen geht und jene Offensive höchst gefährlich werden könnte. Frischlinge und Ueberläufer läßt man an den Hirschfänger anlaufen.

b. Das Bäreneisen. Diese ähnlich der Saufeder konstruierte Waffe ist wohl schon allenthalben außer Gebrauch gesetzt. Der in aufrechter Stellung offensiv vorgehende Bär pariert mit seinen gewaltigen Pranten selbst einen sicher geführten Stoß und läuft nicht blind ins Eisen, wie das Schwein. Die Schußwaffen der Gegenwart genügen auch diesem mächtigen Raubtier gegenüber, soferne sie ein sicheres Auge in ruhiger Hand beherrscht.

Die Konservierung der Jagdwaffen.

Die Waffe des Jägers soll stets sauber und sämtliche Eisenbestandteile desselben müssen rostfrei erhalten werden. Dies gilt insbesondere in bezug auf die Läufe, welche stets unmittelbar nach dem Gebrauche sorgsam gereinigt werden müssen. Die Ansicht vieler Jäger, daß ein rauher und rostiger Lauf schärfer schieße, ist als ein unhaltbares Vorurteil zu bezeichnen. Säure- und salzfreie Oele und namentlich das Vaselin sind diesfalls die empfehlenswertesten Mittel zu dem vorangeführten Zwecke. Das Zerlegen der Verschlußstücke und namentlich der Schloßbestandteile soll nur selten, etwa einmal innerhalb Jahresfrist, vorgenommen werden.

29) Ich habe es wiederholt glücklich ausgeführt und darf mir demnach das absprechende Urteil gestatten. D. V.

IX.

Forstbenutzung.

f. Fischerei und Fischzucht in den Binnengewässern.

Von

A. Metzger.

Litteratur. Ackerhof, Ad., Die Nutzung der Teiche u. Gewässer. Quedlinburg 1869. Benecke, Berth., Fische, Fischerei und Fischzucht in Ost- u. Westpreußen. Königsberg 1880. Derselbe, Die Teichwirthschaft. Berlin 1885. Benecke, Dallmer u. von dem Borne, Handbuch der Fischzucht u. Fischerei. Berlin 1886. von dem Borne, M., Die Fischereiverhältnisse des deutschen Reichs, Oesterreich-Ungarns, der Schweiz und Luxemburgs. Berlin 1880. Derselbe, Fischerei u. Fischzucht im Harz. Berlin 1883. Derselbe, Die Fischzucht. 3. Aufl. Berlin 1885. Dallmer, E., Fische u. Fischerei im süßen Wasser mit besonderer Berücksichtigung der Provinz Schleswig-Holstein. Schleswig 1879. Delius, A., Die Teichwirthschaft. Berlin 1875. Fric, A., Die Flußfischerei in Böhmen u. ihre Beziehung zur künstl. Fischzucht. Prag 1871. Hartig, E. F., Lehrbuch der Teichwirthschaft u. Verwaltung. Cassel 1831. Horák, Wzl., Die Teichwirthschaft mit besonderer Rücksicht auf das südl. Böhmen. Prag 1869. Krafft, C., Die neuesten Erhebungen über die Zustände der Fischerei in Oesterreich-Ungarn. Wien 1874. Metzger, A., Beiträge zur Statistik u. Kunde der Binnenfischerei des Preußischen Staates. Berlin 1880. Molin, Raph., Die rationelle Zucht der Süßwasserfische u. einiger in der Volkswirthschaft wichtiger Wasserthiere. Wien 1864. Nicklas, K., Lehrbuch der Teichwirthschaft. Stettin 1880. Nitsche, H., Bericht über den Stand der künstl. Fischzucht im Kgr. Sachsen bis zum Jahre 1882. Dresden 1883. Derselbe, Wandtafel (nebst Erläuterung) für den Unterricht in der künstl. Zucht der Forellen. Cassel 1883. Peyrer, C., Fischereibetrieb u. Fischereirecht in Oesterreich. Wien 1874. Staudinger, J., Die Anstalten u. Einrichtungen für künstl. Fischzucht im Königreiche Bayern. München 1885.

Zeitschriften: Bayerische Fischerei-Zeitung, München 1876 bis 86, von da ab auch unter dem Titel „Allgemeine Fischerei-Zeitung. Deutsche Fischerei-Zeitung. Stettin, seit 1878. Außerdem viele Vereinsschriften, unter denen besonders hervorzuheben: Circulare des deutschen Fischerei-Vereins. Berlin, seit 1871. Bericht des Fischerei-Vereins der Provinzen Ost- u. Westpreußen. Königsberg, seit 1876. Circulare des Thüringer Fischerei-Vereins. Jena, seit 1878. Mittheilungen des österr. Fischerei-Vereins. Wien, seit 1881, desgl. des Vereins zur Beförderung der Fischzucht im Regb. Cassel. Cassel, seit 1881. Berichte des Unterfränkischen Kreisfischerei-Vereins Würzburg. Schriften des Sächsischen Fischerei-Vereins ꝛc. ꝛc.

Einleitung.

Das Interesse an der Binnenfischerei hat in Deutschland lange Jahre hindurch zum großen Schaden unserer Fischwasser geschlummert und ist erst seit etwa zwei Dezennien zu neuem Leben erwacht. Zahlreiche Fischerei-Vereine sind entstanden und jetzt über ganz Deutschland, Oesterreich und die Schweiz ausgebreitet, allen voran und alle mit einander verbindend der deutsche Fischerei-Verein. Durch seine rastlose Thätigkeit, sowie durch die

Vorbereitung und den Erlaß von neuen fischereigesetzlichen Bestimmungen seitens der meisten Staatsregierungen, nicht wenig auch durch die große, internationale Fischereiausstellung in Berlin (1880), welche eine mächtig anziehende und anregende Kraft auf breite Schichten der Bevölkerung ausgeübt hat, ist beim großen Publikum sowohl, als auch in den maßgebenden Kreisen allmählich ein erfreulicher Umschwung in den hergebrachten niedrigen Meinungen und Anschauungen von der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Fischerei eingetreten. Die Erkenntnis, daß die Entvölkerung unserer Fischwasser eine das Nationalvermögen sehr erheblich schädigende Kalamität ist, hat sich in immer weitere Kreise verbreitet, zugleich aber auch die Erkenntnis, daß es in unserer Macht steht, diese Kalamität, wenn auch nicht gänzlich zu beseitigen, so doch in immer engere und engere Grenzen einzuschließen. Aber nur durch gemeinsame Arbeit und Anstrengung, durch gemeinsame Opferwilligkeit und mit vereinten Kräften ist es möglich, dem noch fern liegenden Ziele näher zu rücken.

An dieser schwierigen Aufgabe zu seinem Teile ernstlich mitzuarbeiten, erscheint besonders der Forstmann berufen. Schließt doch sein Wirkungskreis in vielen Fällen schon an sich die verantwortliche Verwaltung, geschweige denn die Bewirtschaftung von mehr oder weniger umfangreichen Fischereien ein und bietet sich ihm doch viel häufiger noch als dem Landwirte Gelegenheit, im Interesse der Wasserstandsfrage und der Bodenpflege gewisse, in seinen Registern als „ertragslos“ bezeichnete Flächen in nutzbare Fischwasser umzuwandeln.

In der Monarchie Preußen ressortieren von der Staatsforst-Verwaltung allein ca. 6800 Kilometer fließende Gewässer und 44 000 ha Seen und Teiche, welche einen jährlichen Gesamtpachtertrag von rund 159 000 Mark zu den Einnahmen liefern. Von 679 Oberförstereien sind 471 direkt an der Binnenfischerei beteiligt. In den übrigen deutschen Ländern liegt die Sache kaum anders, denn Flüsse, Bäche, Seen und Teiche sind auch dort integrierende Bestandteile der Forsten.

Was erscheint daher natürlicher als die Forderung, daß auch der Forstmann mitzuarbeiten hat an der Lösung der vorhin bezeichneten, auf die Erhaltung und Mehrung des Nationalvermögens gerichteten Aufgabe! Ihm dazu das nötigste Rüstzeug an die Hand zu geben, ist der Zweck der vorliegenden Schrift. Möge sie ihn erfüllen und möge sie auch dazu beitragen, dem Fischereiwesen die ihm unter den Obliegenheiten des Forstmannes gebührende Stellung zu verschaffen.

Für die Einteilung und Anordnung des zu behandelnden Stoffes sind mir nachstehende Gesichtspunkte maßgebend gewesen.

Fast alle Bestrebungen zur Hebung und Förderung der Fischerei beruhen in erster Linie auf unserer Kenntnis der natürlichen Lebensbedingungen und der wirtschaftlich bedeutsamen Eigenschaften und Fähigkeiten der in Betracht kommenden Fischarten. Da nun mehr oder weniger fast alle in unseren Binnengewässern vorkommenden Arten bei der Fischerei in Betracht zu ziehen sind und außerdem biologische und andere Beobachtungen ohne ausreichende Bestimmung oder Feststellung der Fischart, an welcher sie gemacht worden, für Fischereizwecke nicht verwertbar sind: so durfte eine systematische Uebersicht der mitteleuropäischen Süßwasserfische nach den unterscheidenden Merkmalen nicht fehlen; sie mußte vielmehr der Betrachtung des biologischen und wirtschaftlichen Verhaltens als Grundlage vorangehen.

Aus ähnlichen Gründen müssen die Lehren der künstlichen und natürlichen Fischzucht mit Einschluß der Teichwirtschaft den Betrachtungen über Theorie und Praxis des Fischereibetriebs in den freien oder natürlichen Gewässern vorausgehen; denn das Ziel der rationellen Bewirtschaftung der Binnengewässer, d. i. die Ausnutzung der in den Gewässern vorhandenen, aber für den Menschen direkt nicht verwendbaren Nahrungsstoffe durch deren

Umwandlung in möglichst wertvolles Fischfleisch, kann ohne Kenntnis und Anwendung der Fischzucht nicht in befriedigender Weise erreicht werden.

Danach zerfällt unsere Behandlung in folgende fünf Hauptabschnitte:

I. Systematische Uebersicht der mitteleuropäischen Süßwasserfische.
II. Biologisches Verhalten, wirtschaftlich bedeutsame Eigenschaften, Verbreitung und Bedeutung der in Frage kommenden Fischarten.
III. Die künstliche Fischzucht.
IV. Die Teichwirtschaft.
V. Der Fischereibetrieb in Flüssen, Bächen und Seen.

I. Systematische Uebersicht der mitteleuropäischen Süßwasserfische.

(Zum Bestimmen eingerichtet.)

I. Ordnung: Teleostei, Knochenfische.

Skelet knöchern. Haut mit Schuppen, seltener nackt (Kaulkopf und Wels) oder mit Panzerplatten (Stichlinge). Am Kopfe jederseits eine einfache Kiemenspalte mit beweglichem Kiemendeckel.

A. Unterordnung Acanthopteri, Stachelflosser.

Strahlen im vorderen Teil der Rückenflosse einfach, ungegliedert (Knochenstrahlen). Drei Familien.

1. Familie: Percidae, Barsche.

In der vorderen Rückenflosse nur steife, stechende Strahlen. Bauchflossen bruſtständig. Kiemendeckel mehr oder weniger gezähnt oder bedornt. Vier Gattungen.

Uebersicht der Gattungen.

A. Zwei Rückenflossen, Vordeckel gezähnelt.

Deckel mit Dorn. Alle Zähne klein . . . . 1) Perca.
Deckel ohne Dorn. Zwischen den kleinen Zähnen größere Fangzähne 2) Lucioperca.
Deckel mit Dorn. Schnauze vorragend, daher Mund unterständig. Körper spindelförmig; Brustgegend nackt . . . . 3) Aspro.

B. Eine Rückenflosse, Deckel und Vordeckel stark bedornt.

Kopf und Brust nackt. Kopf unter den Augen mit tiefen von der Haut überspannten Gruben . . . . 4) Acerina.

Arten.

1. Perca fluviatilis L., Flußbarsch. Kopf kurz; Körper seitlich zusammengedrückt, drei bis viermal so lang als hoch, mit 6 bis 9 schwärzlichen Querbinden und mit blauschwarzem Augenfleck am Ende der ersten Rückenflosse. Mittlere Größe 20 bis 30 cm.
2. Lucioperca sandra Cuv., Zander. Kopf und Körper gestreckt, 5 bis 6mal so lang als hoch, mit bräunlichen verwaschenen Flecken oder Querbinden. Rückenflosse schwarz punktiert. Mittlere Größe 40 bis 50 cm.
3. Aspro streber Sieb., Streber. Kopf rundlich; Schwanzstiel lang und sehr schmächtig. Bauchflossen sehr groß. Rücken und Seiten mit 4 bis 5 schwärzlichen schiefen Binden. Wird 14 bis 18 cm lang und 60 bis 100 g schwer. — Auf das Donaugebiet beschränkt und hier nirgends häufig.

4. A. zingel Cuv., Zingel. Kopf mehr dreieckig; Schwanzstiel kurz, gedrungen. Die schiefen Querbinden mehr oder weniger verwaschen. Wird 30 bis 40 cm lang und oft über 1 kg schwer. Ebenfalls auf das Donaugebiet beschränkt.
   Dem Streber und Zingel sehr nahe verwandt ist die dem Rhonegebiet (Rhone zw. Lyons und Vienne, Saône, Doubs ꝛc.) eigentümliche Art Aspro apron Sieb. 10 bis 16 cm groß. Der Schwanzstiel ist verhältnismäßig kürzer und stärker als beim Streber. In der Regel sind nur drei schräge Binden vorhanden, welche nach dem Bauche zu verschwinden. Afterflosse mit 10, beim Streber mit 13 Strahlen; erste Rückenflosse beim Zingel mit 13, beim Streber und Apron mit 8 bis 9 bezw. 9 Strahlen.
5. Acerina cernua L., Kaulbarsch. Körper gedrungen, sehr schleimig. Schnauze stumpf. Rücken mit dunkleren Flecken und Punkten, Bauch weißlich. Stachelteil der Rückenflosse gewöhnlich mit 4 oder 5 Reihen dunkler Flecken. 10 bis 25 cm.
6. A. schraetzer L., Schrätzer. Körper langgestreckt. Schnauze verlängert. Seiten des Körpers zitronengelb mit 3 bis 4 schwärzl. Längslinien. Stachelteil der Rückenflosse mit dunklen Fleckenreihen 15 bis 25 cm und bis 250 g schwer. Auf das Gebiet der Donau beschränkt.

2. Familie: Cottidae, Panzerwangen.

Zwei Rückenflossen, die vordere mit biegsamen Knochenstrahlen kürzer als die zweite. Wangen gepanzert, d. h. die Unteraugenknochen mit dem Vordeckel durch Knochen verbunden. — Die meist aus marinen Arten bestehende Familie ist in der mitteleuropäischen Fauna nur durch zwei Arten der Gattung Cottus vertreten.

7. Cottus gobio L., Kaulkopf. Körper keulenförmig; der sehr große, platte, vorn abgerundete Kopf mit weiter Mundspalte. Haut nackt.. Am Hinterrande des Vordeckels ein mehr oder weniger gekrümmter Stachel. Bauchflossen schmal und kurz, den After nicht erreichend, ungebändert. 10 bis 15 cm.
8. C. poecilopus Heck. Ebenso, doch Bauchflossen schmal und lang, bis zum After reichend. Bauch- und Afterflosse gebändert. In Deutschlands Gewässern noch nicht aufgefunden; in der obern Weichsel (Gallizien), in den Gebirgswassern Ungarns, der Bukowina u. s. w., auch in Schweden.

3. Familie: Gasterosteideae, Stichlinge.

Vor der Rückenflosse freie, nicht durch Flossenhaut verbundene Strahlen (Stacheln) mit Sperrgelenk. Brustflossen bauchständig, nur aus einem starken und kleinen Stachel bestehend. Kleine Fische ohne echte Schuppen, dafür mehr oder weniger mit Knochenschildern gepanzert. Nur eine Gattung, Gasterosteus, mit den Merkmalen der Familie.

9. Gasterosteus aculeatus L., gemeiner Stichling. 2 bis 4 (meist 3) Rückenstacheln. 6 bis 7 cm.
10. G. pungitius L., Kleiner Stichling. 7 bis 12 (meist 9) Rückenstacheln. 3 bis 6 cm.

B. Unterordnung Anacanthini, Kehl-Weichflosser.

Flossenstrahlen gegliedert und zumeist gegen die Spitze hin zerteilt. Bauchflossen bei den hier in Betracht kommenden Arten kehlständig. Schwimmblase, wenn vorhanden, ohne Luftgang. 2 Familien.

1. Familie: Gadidae, Schellfische.

Diese für die Meere der arktischen und gemäßigten Zone charakteristische Familie hat in den europäischen süßen Gewässern nur einen einzigen Vertreter.

11. Lota vulgaris Cuv., Aalquappe. Eine kurze und eine lange Rückenflosse; Afterflosse der zweiten Rückenflosse gegenüberstehend, doch mit etwas kürzerer Basis. Der breite, flache Kopf am Kinn mit einem Bartfaden. Braun oder schwarz marmoriert; sehr glatt und schleimig. Mittlere Größe 30 bis 60 cm und 1 bis 2 kg schwer.

2. Familie: Pleuronectidae, Plattfische.

Körper sehr stark seitlich flach gedrückt und mit der einen (gefärbten) Seite nach oben, mit der andern (farblosen) nach unten gerichtet (Seitenschwimmer). Kopf unsymmetrisch, mit beiden Augen auf der gefärbten Seite. Schwimmblase fehlt. Grundfische. — Die Plattfische sind Meeresbewohner, doch gehen einige Arten in die brakischen Flußmündungen und steigen von hier vereinzelt oft weit in die Flüsse hinauf. So in den Nordseeflüssen Rhein, Ems, Weser und Elbe die Flunder.

12. Pleuronectes flesus L., Flunder, an der Nordseeküste Butt genannt. Am Grunde der Rücken- und Afterflosse, sowie zu beiden Seiten der Seitenlinie mit dornigen Warzen (vergrößerte und umgebildete Schuppen) besetzt, daher rauh anzufühlen; wohingegen die Scholle, Pleuronectes platessa L., an der Ostseeküste Goldbutt genannt, glatte Schuppen hat. Die Flunder wird 20 bis 50 cm lang.

C. Unterordnung Physostomi, Bauch-Weichflosser.

Flossenstrahlen gegliedert und gegen die Spitze hin geteilt, nur der erste Strahl der Bauch- und Brustflossen, sowie die oft unscheinbaren Anfangsstrahlen der Rücken- und Afterflossen sind einfache Knochenstrahlen. Bauchflossen bauchständig, bei den Aalen fehlend. Schwimmblase mit einem Luftgang in den Anfang des Darmes. 6 Familien.

Uebersicht der Familien.

I. Bauchflossen vorhanden (Physostomi abdominales).

a. Haut schuppenlos:

Vier bis sechs Bartfäden. Hechelzähne; erster Brustflossenstrahl sehr stark . . . . 1) Siluridae.

b. Haut mit Schuppen:

Bartfäden vorhanden oder fehlend. Mund zahnlos, dafür hinter den Kiemen zwei bezahnte Schlundknochen . . . . 2) Cyprinidae.

Schnauze breit, abgeplattet. Bezahnung kräftig, besonders im Unterkiefer . . . . 3) Esocidae.

Zwischen Rücken- und Schwanzflosse eine kleine strahlenlose Fettflosse 4) Salmonidae.

Schuppen leicht abfallend. Mund weit, fein bezahnt. Bauchkante meist schneidend oder sägezähnig . . . . 5) Clupeidae.

II. Bauchflossen fehlend (Physostomi apodes).

Körper schlangenartig, schleimig. Rücken-, After- und Schwanzflosse zusammenfließend . . . . 6) Muraenidae.

1. Familie: Siluridae, Welse.

Diese große, zumeist in der Tropenzone verbreitete Familie hat in Europa nur einen Vertreter, nämlich:

13. Silurus glanis L., Wels. Körper kaulquappenähnlich, vorn rundlich, hinten seitlich zusammengedrückt. Der platte, breite Kopf mit kleinen Augen und weitem Maul, an welchem oben zwei lange Bartfäden, unten vier kürzere stehen. Rückenflosse klein, Afterflosse lang. 1 bis 4 m lang.

2. Familie: Cyprinidae, Karpfenartige Fische.

Uebersicht der Gattungen.

I. Ohne oder höchstens mit 4 Bartfäden.

A. Rückenflosse lang, Afterflosse kurz.

Maul mit dicken Lippen, jederseits ein längerer und ein kürzerer Bartfaden. Schlundzähne dreireihig, 1. 1. 3—3. 1. 1. . . . . . . 1) Cyprinus.

Maul mit schmalen Lippen und ohne Bartfäden. Schlundzähne einreihig . . . . 2) Carassius.

B. Rücken- und Afterflosse kurz; letztere mit 5 bis 8 geteilten Strahlen.

Maul jederseits mit 1 kleinen Bartfaden. Haut schleimig; Schuppen klein. Schlundzähne einreihig, 5—4 oder 5—5 . . . . 3) Tinca.

Maul unterständig, mit 4 Bartfäden. Schlundzähne dreireihig 2. 3. 5—5. 3. 2 . . . . 4) Barbus.

Maul halbunterständig, 2 Bartfäden. Schlundzähne 2reihig 2. 5—5. 2. . . . . 5) Gobio.

C. Rücken- und Afterflosse kurz oder mäßig lang, letztere mit 8 bis 12 geteilten Strahlen (nur bei Phoxinus mit 6 bis 7). Sehr kleine Schuppen! Die Afterflosse reicht nicht bis unter die Rückenflosse.

a. Mund endständig oder halb unterständig. Schuppen groß:

Mundspalte fast wagrecht. Bauchkante abgerundet. Schlundzähne einreihig . . . . 6) Leuciscus.

Mundspalte sehr schief. Bauchkante hinten scharf. Schlundzähne 2 reihig, gekerbt . . . . 7) Scardinius.

Mundspalte schief. Bauchkante abgerundet. Schldz. 2reihig, glatt 8) Idus.

Mund groß, Stirn breit. Schlundzähne 2reihig . . . . . 9) Squalius.

b. Mund endständig oder halb unterständig. Schuppen klein:

Rückenflosse genau über den Bauchflossen beginnend. Schlundzähne 2reihig . . . . 10) Telestes.

Rückenflosse hinter den Bauchflossen beginnend. Schlundzähne 2reihig . . . . 11) Phoxinus.

c. Mund ganz unterständig, quer. Schuppen groß:

Lippen knorpelhart, schneidend. Schlundzähne einreihig . . . 12) Chondrostoma.

D. Rücken- und Afterflosse mäßig lang; letztere reicht nach vorn bis unter die Rückenflosse.

Körper hoch und zusammengedrückt. (Höchstens 5 bis 9 cm lang). Schlundzähne einreihig . . . . 13) Rhodeus.

E. Rückenflosse kurz, Afterflosse lang mit mindestens 13 geteilten Strahlen.

a. Vorderrücken gescheitelt, d. h. mit nackter Linie:

Körper seitlich zusammengedrückt, hoch oder gestreckt. Schlundzähne einreihig . . . . 14) Abramis.

Körper seitlich zusammengedrückt, hoch. Schlundzähne 2reihig 2. 5—5. 2 . . . . 15) Blicca.

b. Vorderrücken nicht gescheitelt. Brustflossen von gewöhnl. Länge:

Seitenlinie vollständig. Bauchkante abgerundet. Schlundzähne 3. 5—5. 3 . . . . 16) Aspius.

Seitenlinie vollständig. Bauchkante scharf. Schlundzähne 2. 5—5. 2. 17) Alburnus.

Seitenlinie unvollständig. Bauchkante scharf. Schlundzähne 1- oder 2reihig. (Kleines Fischchen, nur 6 bis 12 cm lang) . . . . 18) Leucaspius.

c. Vorderrücken nicht gescheitelt, Brustflossen ungewöhnlich lang, säbelförmig:
Seitenlinie mehrfach gebogen verlaufend. Rücken fast gerade,
Bauchkante konvex von vorn bis hinten scharf. Schlundzähne 2. 5—5. 2. 19) Pelecus.

II. Mit 6 bis 12 Bartfäden (Schmerlen).

Kopf mit weicher Haut überzogen. Körper glatt, Schuppen klein,
in der Haut verborgen oder fehlend. Mund unterständig. Schlund-
zähne 1reihig, 8 bis 14 . . . . 20) Cobitis.

Arten.

14. Cyprinus carpio L., Karpfen. Körper rundlich. Rücken- und Afterflosse mit einem dicken, am hintern Rande stark gezähnten Knochenstrahl. — 40 bis 50 cm.

15. Carassius vulgaris Nordm., Karausche. Körper kurz, Rücken sehr hoch Schnauze sehr stumpf. Knochenstrahl der Rücken- und Afterflosse fein gezähnt. Schwanzflosse schwach ausgeschnitten. — 10 bis 20 cm.

16. Tinca vulgaris Cuv., Schleie. Alle Flossen abgerundet. Meist schwarz oder olivengrün mit Gold oder Messinglanz, am Bauche heller. — 20 bis 30 cm.

17. Barbus fluviatilis Agass., Barbe. Knochenstrahl der Rückenflosse gesägt. Lippen sehr wulstig, Bartfäden sehr dick. — 30 bis 40 cm.

18. B. Petenyi Heck., Semling. Knochenstrahl der Rückenflosse nicht gesägt. Lippen weniger wulstig, Bartfäden nicht sehr dick. Körper und Flossen (mit Ausnahme der Bauchflossen) deutlicher und größer schwarz gefleckt als bei der vorigen Art. Wird nur 18 bis 28 cm groß. In der Olsa (Odergebiet, österr. Schlesien), in der Passarge (Ostpreußen). Weichsel bei Krakau; in Siebenbürgen und Ungarn.

19. Gobio fluviatilis Cuv., Gründling. Körper spindelförmig, schwach vierseitig. Längs der Seitenlinie mit schwärzl. Flecken. Rücken- und Schwanzflosse mit dunkeln Fleckenbinden. — 10 bis 15 cm.

20. G. uranoscopus Agass., Steingreßling. Bartfäden lang, fast bis zur Basis der Brustflossen reichend. Schwanzstiel cylindrisch, schmächtich. Färbung heller, statt der Flecken meist mit Querbinden auf dem Rücken. Rücken- und Schwanzflosse oft ungefleckt oder mit 2 bis 3 Fleckenreihen. — 10 cm. Isar (Baiern), Salzach (Oesterreich).

21. Leuciscus rutilus L., Plötze. Körper oblong, mäßig hoch und zusammengedrückt. Mund endständig. Afterflosse gleich hinter der Rückenflosse. — 15 bis 20 cm.

22. L. virgo Heck. (Form des Donaugebietes von L. pigus Filippi), Frauen-Nerfling. Körper länger. Schnauze konisch, Mund fast unterständig. Afterflosse etwas weiter hinter der Rückenflosse. — 32 bis 38 cm. Im Donaugebiet. Wird bis 2 Pfund schwer; sein Fleisch indes wenig geschätzt.

23. Leuciscus Meidingeri Heck. (L. Friesii Nordm.), Frauenfisch. Körper sehr lang gestreckt, cylindrisch. Schnauze aufgetrieben. Afterflosse weit hinter der Rückenflosse. — Wird bis 50 cm lang und 4 bis 5 kg schwer. Im Chiem-, Mond- und Attersee.

24. Scardinius erythrophthalmus L., Rothfeder. Körper zusammengedrückt, mehr oder weniger hoch. Bauch zwischen Bauch- und Afterflosse scharfkantig. — 15 bis 20 cm.

25. Idus melanotus Heck., Aland. Maul eng, etwas nach oben gerichtet. Oberseite schwarzblau oder schwarzgrün mit Messingglanz. Schuppen mäßig groß. — 30 bis 50 cm.

23. Squalius cephalus L., Döbel. Maul groß, Kopf sehr breit, Schuppen groß. Afterflosse mit konvexem Rande. — 30 bis 50 cm.

27. Sq. leuciscus L., Häsling. Kopf und Körper schlanker. Schnauze mehr oder weniger vorspringend. Schuppen mittelgroß. Afterflosse mit konkavem Rande. — 20 bis 30 cm.
28. Telestes Agassizii Heck. (Leuciscus muticellus Günther), Strömer. Körper spindelförmig, mäßig zusammengedrückt. Schnauze etwas vorstehend, Mund daher fast unterständig. Ueber der Seitenlinie mit einer mehr oder weniger deutlichen schwarzen Längsbinde. — 14 bis 20 cm. Beschränkt auf gewisse Zuflüsse der Rhone, des Rheins und der Donau, in Frankreich, Schweiz, Württemberg, Baiern und Oesterreich.
29. Phoxinus laevis Agass., Elritze. Körper länglich, subcylindrisch. Kopf stark. Schnauze stumpf mit schiefer Mundspalte. Schuppen sehr klein, an manchen Stellen fehlend. Seitenlinie unvollständig. — 7 bis 10 cm.
30. Chondrostoma nasus L., Nase. Körper länglich, mäßig hoch und zusammengedrückt. Schnauze stark vorragend, gewölbt. Mundspalte quer, fast geradlinig. — 30 bis 45 cm.
    [Ch. rhodanensis Blanchard., „Saufle". Körper gestreckter, Mundspalte hufeisenförmig. Schuppen kleiner. An den Seiten eine mehr oder weniger deutliche graue Binde. — 16 bis 18 cm. Dem deutschen Gebiete fremd. In der Rhone bis Bellegarde aufsteigend; auch in den Jurazuflüssen der Rhone.]
31. Rhodeus amarus Agass., Bitterling. Körper kurz, hoch und zusammengedrückt. Die Seitenlinie auf die ersten 5 bis 6 Schuppen beschränkt. — 5 bis 9 cm.
32. Abramis brama L., Brachsen, Blei. Körper seitlich zusammengedrückt, 3 bis 4mal länger als hoch und 3mal höher als breit. Mund halb unterständig. Afterflosse mit 23 bis 28 Strahlen. Alle Flossen grau. — 40 bis 75 cm.
33. A. vimba, L., Zärthe. Körper gestreckt. Schnauze vorspringend, daher Mund unterständig. Afterflosse mit 18 bis 22 geteilten Strahlen. Nase und Rücken, sowie Rücken- und Schwanzflosse graublau. — 25 bis 38 cm.
34. A. ballerus L., Zope. Körper länglich, zusammengedrückt. Mund endständig, schräg aufwärts. Afterflosse sehr lang mit 36 bis 39 Strahlen. — 26 bis 34 cm.
35. A. sapa Pall. Zobel. Der Zope ähnlich, doch mit noch längerer Afterflosse (38 bis 45 Strahlen) und auch längerer unterer Spitze der tief ausgeschnittenen Schwanzflosse. — Wird 30 cm lang und selten über 500 g schwer. Donaugebiet.
36. Blicca björkna L., Gieben, Güster. Körper seitlich zusammengedrückt, 3mal so lang als hoch. Mund klein, fast endständig, Scheitellinie auf dem Rücken undeutlich. Brust- und Bauchflossen am Grunde rötlich, oft ganz rot. — 20 bis 30 cm.
37. Aspius rapax Agass., Rapfen, Schied. Gestreckt, wenig seitlich zusammengedrückt. Mundspalte groß, bis unter die Augen reichend. Rücken und Bauchkante gerundet. Augen und Schuppen verhältnismäßig klein. Oben blaugrün, unten weiß. 40 bis 80 cm.
38. Alburnus lucidus Heck., Ukelei, Lauben. Gestreckt. Mund schief nach oben gerichtet, Kinn nur wenig verdickt und vorstehend. Afterflosse beginnt unter dem Ende der Rückenflosse. Rücken- und Schwanzflossen grau, die übrigen farblos, am Grunde mitunter gelblich. — 10 bis 20 cm.
39. Alb. mento Agass., Mai-Renke. Langgestreckt. Mund schief nach oben, Kinn stark verdickt und vorragend. Afterflosse nach hinten sehr niedrig, beginnt hinter dem Ende der Rückenflosse. — 15 bis 30 cm. Donaugebiet. Baierische und österreichische Seen.
40. Alb. bipunctatus L., Schneider, Blecke. Kürzer und höher und mehr zusammengedrückt. Seitenlinie mit schwarzen Punkten eingefaßt. Nur 5 bis 12 cm lang.
41. Leucaspius delineatus Sieb., Moderlieschen. Mehr oder weniger ge-

streckt. Seitenlinie nur auf die ersten 8 bis 12 Schuppen beschränkt. Mundspalte steil aufwärts gerichtet. An den Schwanzseiten oft ein silberglänzendes oder stahlblaues Längsband. Nur 6 bis 12 cm lang.

42. Pelecus cultratus L., Ziege. Mundspalte fast senkrecht. Rückenprofil gerade, Rückenflosse sehr klein, steht weit nach hinten über dem Anfang der langen Afterflossen. Schwanzflosse tief gegabelt, der untere Lappen länger. — 25 bis 40 cm. Donaugebiet und nordöstliche Hälfte von Mitteleuropa.

43. Cobitis fossilis L. (Misgurnus foss.), Schlammpeitzger. Körper aalartig. Schuppen sehr klein, in der Haut verborgen. Mund mit 10 Bartfäden, 6 größere an der Oberlippe, 4 kleinere an der Unterlippe. Flossen klein und abgerundet. — 15 bis 30 cm.

44. Cobitis barbatula L. (Nemachilus barb.), Schmerle, Bartgrundel. Körper wenig gestreckt, vorne cylindrisch, hinten zusammengedrückt. 6 Bartfäden, 4 kürzere an der Mitte der Oberlippe, 2 längere an den Mundwinkeln. — 10 bis 15 cm.

45. Cobitis taenia L., Dorngrundel. Kopf und Körper seitlich zusammengedrückt. 6 kurze Bartfäden, nur an der Oberlippe. — 2 bis 12 cm.

3. Familie: Esocidae, Hechte.

46. Esox lucius L., Hecht. Schnauze lang, breit und niedergedrückt, Unterkiefer vorstehend, mit starken Fangzähnen besetzt. Alle Mundknochen mit Ausnahme der Oberkiefer bezahnt. Rückenflosse steht weit nach hinten über der Afterflosse. — 50 bis 100 cm.

4. Familie: Salmonidae, Lachsfische.

Uebersicht der Gattungen.

A. Mundspalte weit, Bezahnung stark.

Pflugscharbein kurz, nur auf der vorderen Platte mit Zähnen, der Stiel zahnlos . . . . 1) Salmo.

Pflugscharbein lang, der Stiel der ganzen Länge nach mit Zähnen besetzt, die jedoch bald früher bald später mehr oder weniger verloren gehen, vordere Platte zahnlos oder an der Basis mit 4 bis 5 Zähnen in einer Querreihe . . . . 2) Trutta.

Pflugscharbein sehr kurz, vorn mit größeren gekrümmten Fangzähnen. Unterkiefer vorragend, Schuppen glanzlos, Körper mehr oder weniger durchscheinend. 8 bis 25 cm . . . . 3) Osmerus.

B. Mundspalte klein, Bezahnung schwach oder fehlend; Oberkiefer kurz.

Rückenflosse mit kurzer Basis, ihr Vorderrand länger als die Basis 4) Coregonus.

Rückenflosse mit langer Basis (14 bis 17 gegliederte Strahlen) und bindenartig gefleckt, ihr Vorderrand kürzer als die Basis . . . 5) Thymallus.

Arten.

47. Salmo salvelinus L., Saibling. Körper gestreckt, etwas seitlich zusammengedrückt. Seiten des Leibes häufig mit vielen runden, weißlichen oder blaßroten Flecken, Bauch oft orangenrot. Brust-, Bauch- und Afterflosse vorn milchweiß gerandet. — 5 bis 7 gekrümmte Zähne am Pflugscharbein, die in der Jugend meist quer, im Alter in dreieckiger Stellung stehen. Mehr als 20 Reusenzähne auf dem ersten Kiemenbogen.

48. S. hucho L., Huchen. Körper gestreckt, mehr cylindrisch. Seiten und Bauch silberweiß, mitunter etwas rötlich; an den Leibesseiten mehr oder weniger zahlreiche, schwarze Flecken. Zähne am Pflugscharbein in querer Stellung. Weniger als 15 Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen. Nur im Gebiet der Donau.

49. Trutta salar L., Lachs. Körper schlank, ziemlich stark zusammengedrückt. Schnauze gestreckt, schmächtig. Vordere Platte des Pflugscharbeins fünfeckig, zahnlos; der Stiel mit einer Reihe kleiner Zähne, welche allmählich von hinten nach vorn ausfallen. Vom hintern Grunde der Fettflosse bis zur Seitenlinie etwa 11 Schuppen in schräger Reihe. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 18 bis 22.

50. T. trutta L., Meerforelle mit T. lacustris L., Seeforelle und T. fario L., Bachforelle. In Deutschland fast noch allgemein auf Grundlage des von Siebold'schen Werkes (Süßwasserfische von Mitteleuropa. 1863) für drei verschiedene Arten gehalten, während anderweite Forschungen [1]) es viel naturgemäßer erscheinen lassen, alle drei als zum Formenkreis einer Spezies gehörig zu betrachten, welche folgendermaßen zu charakterisieren ist: Körper gedrungener als beim Lachs, Schnauze kürzer und abgestumpfter, Schwanzstiel stärker. Vordere Platte des Pflugscharbeins dreieckig, mit der Spitze nach vorn, auf der Basis mit einer Querreihe von 3 bis 5 starken Zähnen. Von der Fettflosse bis zur Seitenlinie 14 oder mehr Schuppen in schräger Reihe. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 12 bis 17.

a. Trutta trutta im engeren Sinne. Marine Form, die ebenso, wie der Lachs, aus dem Meere in die Flüsse steigt, um hier zu laichen. Kopf klein. Stiel des Pflugscharbeins mit einer Reihe mittelstarker Zähne, welche allmählich von hinten nach vorn ausfallen.

b. Trutta lacustris L., Süßwasserform tiefer Seen. Kopf stärker mit stumpferer Schnauze und größerem Munde. Zähne am Vomerstiel meist vorn in einfacher, hinten in doppelter Reihe, gehen später als bei der marinen Form verloren.

c. Trutta fario L., Form der Bäche und kleinerer Flüsse. Körper noch gedrungener mit dickem Kopf und kurzer abgestumpfter Schnauze. Stiel des Pflugscharbeins mit zwei Reihen starker Zähne, welche niemals ausfallen.

51. Osmerus eperlanus L., Stint. Körper lang gestreckt, wenig zusammengedrückt. Der flache Rücken blaugrün, die Seiten gelblichweiß. Flossen graulich oder farblos. Seitenlinie unvollständig, nach den ersten 8—10 Schuppen aufhörend oder ganz undeutlich. Die glanzlosen Schuppen reiben sich leicht ab. Länge 8 bis 30 cm. Der an den Nordseeküsten und in der Nordsee lebende Stint ist durchgehends größer als der Süßwasserstint in den Seen des nordöstlichen Deutschlands.

Coregonus (Art.) Maräne, Schnäpel, Renke, Felchen. Bieten die Lachs- und Forellenformen dem Systematiker wegen der Artbegrenzung schon große Schwierigkeiten, so ist dies bezüglich der Coregonen noch viel mehr der Fall. Auf diese Schwierigkeiten kann hier nicht näher eingegangen werden, wir müssen uns begnügen dieserhalb auf die sehr verdienstvolle Arbeit von Professor Nüsslin zu verweisen: „Beiträge zur Kenntniß der Coregonus-Arten des Bodensees und einiger anderer nahegelegener nordalpiner Seen." Zoologischer Anzeiger, herausgegeben von Victor Carus, 1882. In der nachfolgenden kurzen Charakteristik der Arten bin ich im wesentlichen den in der angeführten Abhandlung aufgestellten Gesichtspunkten gefolgt; auch bin ich Herrn Professor Nüsslin für weitere mir gütigst mitgeteilte Angaben bezüglich der Reusenbezahnung, deren Durchschnittszahl bezw. Variation für einige Arten noch nicht ausreichend festgestellt ist, zu großem Dank verpflichtet.

A. Schnauze weit über den Unterkiefer vorragend, kegelförmig verlängert; Mund unterständig.

---

1) Widegren, Bidrag till kännedomen om Sveriges Salmonider, I. 1863, II. 1864. — Malmgren, Kritisk Oefversigt af Finlands Fiskfauna, 1863. — Pavesi, i Pesci e la Pesca del Cantone Ticino 1872. — Day, the Fishes of Great Britain 1880—84 und a.

52. C. oxyrrhynchus L., Schnäpel. Die weiche Schnauzenspitze blaugrau oder schwärzlich. Reusenzähne auf dem ersten Kiemenbogen 31 (32). Wanderfisch, der aus der Nord- und Ostsee in die Flüsse steigt.

B. Schnauze über den Unterkiefer vorragend und mehr oder weniger schräg nach unten abgestutzt; Mund unterständig.

53. C. lavaretus L., Wandermaräne, Ostseeschnäpel. Körper lang gestreckt, spindelförm. mit ziemlich spitzem Kopf; Schnauze breiter als hoch, bald stumpfer und hart, bald etwas spitzer und weich. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 33. Wanderfisch des östlichen Teiles der Ostsee.

54. C. maraena Bl., Große Maräne, Madümaräne. Körper gedrungener, Vorderkopf stumpfer, Schnauze dicker, fast senkrecht abgestutzt, sehr stumpf. Oberkiefer bis unter den vordern Augenrand reichend und meist etwas kürzer als bei der Wandermaräne. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 26. Nur in tieferen Seen Norddeutschlands. Madüsee in Pommern, Schaalsee in Lauenburg, Selentersee in Holstein.

55. C. fera Jurine, Weißfelchen, Bodenrenke. Körper gestreckt, vor und hinter der Rückenflosse eine Strecke weit geradrückig. Oberkiefer nicht bis unter den Vorderrand des Auges reichend. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 22. Bewohnt die großen Tiefen des Boden-, Genfer-, Neuenburger und mehrerer anderer schweizer, oberösterreichischer und bayerischer Seen.

56. C. hiemalis Jurine, Kilch, Kröpfling, Kropffelchen. Körper weniger gestreckt; Stirn- und Rückenprofil bis zur Rückenflosse stark bogenförmig ansteigend, Oberkiefer bis unter die Augen reichend. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 20. In der Tiefe des Boden-, Züricher-, Genfer- und Ammersees. Nach Danner auch im Atter- und Wolfgangersee.

C. Schnauze nicht oder kaum über den Unterkiefer vorragend und nicht schräg abwärts nach hinten abgestutzt. Mund endständig.

57. C. generosus Peters, Edelmaräne. Schnauze vorn senkrecht abgestumpt und nicht halb so hoch wie die Länge des Oberkiefers. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 41 bis 44. Nur im Pulssee der Neumark und in einigen Seen des Kreises Birnbaum in der Provinz Posen.

58. C. macrophthalmus Nüsslin, Gangfisch. Körper sehr gestreckt und niedrig, Kopf plump, lang und hoch. Auge größer und Schnauze dicker als bei der folgenden Art. Mund in der Regel endständig. Kiemenreusenzähne sehr lang, auf dem 1. Bogen 41 (36 bis 44). Flossen hell tuschgrau bis weißlich, nur die Brustflosse gelblich (laicht in der Strömung). Eier relativ groß, angebrütet ca. 3 mm. Bodensee, insbesondere im Untersee. Nur bis 30 cm groß.

59. C. Wartmanni Bloch, Blaufelchen. Körper mäßig gestreckt, mit kleinem, schmächtigem Kopf und dünnem Schwanzstiel. Schnauze niedrig, senkrecht abgestutzt. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen 35 (34 bis 38). Laicht an der Oberfläche in ruhigem Wasser. Eier ca. 2,2 mm. In den meisten größern Seen der nördlichen Alpen. 20 bis 60 cm lang.

D. Schnauze etwas über den Unterkiefer vorstehend; Nasenprofil konvex. Mund unterständig.

60. C. Steindachneri Nüsslin, Rheinanke des Traunsees. Vorderrand des Zwischenkiefers mehr oder weniger ausgesprochen senkrecht gestellt. Kopf klein, doch durch die hohen Zwischenkiefer und die etwas gewölbte Stirn nicht besonders schlank. Auge relativ klein. Reusenzähne ziemlich lang, auf dem 1. Kiemenbogen 36 (35 bis 39). Alle Flossen blauschwarz gerändert. Steigt zur Laichzeit in den Traunfluß aufwärts, wird bis 7 Pfund schwer und ist nach Danner der größte Coregone Oberösterreichs,

61. C. Sulzeri Nüsslin, Pfäffikoner Albuli. In der Bildungsweise der Schnauze der vorigen Art sehr ähnlich. Vorderrand des Zwischenkiefers nahezu senkrecht oder von vorn und oben nach hinten und unten geneigt. Kopf durch die Höhe des Zwischenkiefers und durch das konvexe Profil der breiten Nasengegend plump erscheinend. Auge sehr groß. Reusenzähne nicht lang, auf dem 1. Kiemenbogen 28 (26 bis 33). Flossen ziemlich gleichmäßig tuschgrau. Im Pfäffikonersee und vielleicht im Greifensee. Wird gewöhnlich nur 200 g schwer.

E. Schnauze nicht abgestutzt, Unterkiefer etwas vorstehend und mit seinem verdickten Kinn in einen seichten Ausschnitt des Zwischenkiefers passend.

62. C. albula L., Kleine Maräne. Oben blaugrün, an Seiten und Bauch silberglänzend, Rücken-, Fett- und Schwanzflossen grau, die übrigen Flossen farblos. Reusenzähne auf dem 1. Kiemenbogen gew. 40 (38 bis 48). In fast allen mehr als 15 m tiefen Seen des uralobaltischen Höhenzuges von Rußland bis Holstein. In einigen Seen nur 12 bis 15 cm, in andern 20 bis 25 cm groß und bis 250 g schwer.

63. Thymallus vugaris Nilsson, Aesche. Körper gestreckt, Kopf zugespitzt. Schuppen in regelmäßigen Längsreihen. Kopf und Vorderrücken mitunter schwärzlich punktiert und gefleckt, an den Seiten bräunlichgraue Längsstreifen. Rückenflosse violett mit purpurrotem Schiller, namentlich in der Laichzeit. 30 bis 50 cm lang.

5. Familie: Clupeidae, heringsartige Fische.

64. Alosa vulgaris Troschel, (Clupea alosa Cuv.), Maifisch, Alse. Zwischenkiefer ausgeschnitten. Die Bauchkante mit scharfzugespitzten Kielschuppen, von denen 15 bis 17 zwischen After und Insertion der Bauchflossen stehen. Reusenzähne dünn und lang, auf dem 1. Kiemenbogen 99 bis 118. Auf dem Schwanzstiel ca. 15 Schuppen in transversaler Reihe. An der Schulter, dicht hinter der Kiemenspalte ein dunkler, verwischter Fleck, selten noch ein zweiter oder dritter. Länge 35 bis 70 cm.

65. A. finta Yarr. (Clupea finta Cuv.), Finte. Kleiner als vorige Art. Auf dem 1. Kiemenbogen stehen nur 38 bis 43 Reusenzähne, welche dicker, breiter und kürzer sind als bei vulgaris. Auf dem Schwanzstiel nur ca. 10 Schuppen in transversaler Reihe. Hinter dem Schulterfleck noch eine Reihe von 5 und mehr dunkeln Flecken. 30 bis 50 cm. — Beide Arten gehen unter der Bezeichnung Maifisch, weil sie um diese Zeit aus dem Meere in die Flüsse aufsteigen, um hier zu laichen.

6. Familie: Muraenidae, Aale.

66. Anguilla vulgaris Flem., Aal. Unterkiefer vorstehend. Rückenflosse beginnt weit hinter dem Kopfe. 50 bis 70 cm.

II. Ordnung: Ganoidei, Schmelzschupper.

Skelet vorwiegend knorpelig. Haut mit Schildern oder schmelzbedeckten Schuppen. Kiemen und Kiemendeckel wie bei den Knochenfischen, aber ohne Kiemenhautstrahlen.

Familie: Acipenseridae, Störe.

Körper gestreckt mit 5 Längsreihen von Knochenschildern. Das zahnlose, vorstülpbare Maul auf der Unterseite der mehr oder weniger verlängerten Schnauze; zwischen Schnauzenspitze und Maul 4 Bartfäden in einer Querreihe.

67. Acipenser sturio L., Stör. Längs der Rückenmitte 11 bis 13dachige Knochenschilder, an den oberen Seitenkanten 30 bis 33, an den untern 11 bis 13. Schnauze ein mäßig langes gleichschenkliches Dreieck darstellend. Gewöhnliche Länge 2 bis 3 m. Wanderfisch der aus der Nord- und Ostsee in die Flüsse steigt um hier zu laichen.

Von den Störarten des schwarzen Meeres gelangen gegenwärtig kaum noch einzelne Exemplare auf ihrer Laichfahrt in der Donau bis nach Oesterreich; für das bayerische und württembergische Donaugebiet sind sie bereits historisch geworden. Der Hausen (Acipenser huso L.), der größte und schwerste aller Störe, ist früher schaarenweise bis nach Nieder-Oesterreich gezogen; jetzt ist der Fang eines Hausen zwischen Preßburg und Wien ein Ereignis. — Der Sterlet oder Störl (A. ruthenus L.) mit langer, pfriemenförmiger Schnauze und an der Innenseite gefranzten Bartfäden, 30 bis 50 cm lang und mitunter 7 bis 12 Pfd. schwer, kommt in der Donau bei Wien nur mehr selten vor, während er früher zwischen Preßburg und Linz sehr gemein war. — Ebenso selten ist der Scherg oder Sternhausen (A. stellatus Pallas) mit sehr langer und spitzer Schnauze und mit sternförmigen Knochenschildchen zwischen dem Schilderreihen; er wiegt bei 1 m Länge kaum 20 Pfd. und erreicht ein Gewicht von höchstens 50 Pfd. Der Dick oder Blaudick (A. schypa Gyldenst.) und der Waxdick oder Esther (A. Gyldenstädtii Brandt), zwei kurzschnauzige Arten von 60 bezw. 150 Pfd. Gewicht, verirren sich nur noch äußerst selten in der Donau bis nach Oesterreich; in der Drau und Theiß haben sie mit Hausen und Sterlet ebenfalls an Häufigkeit abgenommen.

III. Ordnung: Cyclostomi, Rundmäuler.

Skelet knorpelig. Körper aalartig. Brust- und Bauchflossen fehlen. Haut nackt. Statt der Kiemenspalte jederseits runde Löcher. Nasenöffnung auf der Mitte des Kopfes. Mund kreisförmig zum Ansaugen.

Familie: Petromyzontidae, Neunaugen.

Mund mit fleischigen Lippen, die sich zu einer Längsspalte zusammenlegen können. Die Saugscheibe mit Hornzähnen. Jederseits 7 runde Kiemenlöcher.

68. Petromyzon marinus L., Meerneunauge. Ueber der innern Mundöffnung ein großer 2spitziger Zahn, unter derselben eine bogenförmige, 7—8spitzige Zahnleiste, ringsherum von mehreren Reihen kleiner Zähne eingefaßt. Zweite Rückenflosse von der ersten durch einen weiten Zwischenraum getrennt. Gelblichweiß oder bleigrau, Rücken und Seiten schwarzbraun oder dunkelolivengrün marmoriert. 70 bis 90 cm.
69. P. fluviatilis L., Flußneunauge. Ueber der innern Mundöffnung eine kurze halbmondförmige Hornleiste mit 2 spitzen von einander enfernten Zähnen, unter derselben eine etwas größere, bogenförmige Hornleiste mit 7 sehr spitzen Zähnen, deren Endzähne die übrigen 5 an Größe übertreffen. Zweite Rückenflosse von der ersten durch einen verschiedenlangen Zwischenraum getrennt. Rücken olivengrün, Seiten graugelb mit Silberglanz, Bauch weiß. 30 bis 50 cm.
70. P. Planeri Bloch, Bachneunauge. Hornleisten wie bei vor. Art, doch die Zähne stumpf, abgerundet. Zweite Rückenflosse von der ersten nicht oder kaum getrennt. 20 bis 30 cm.

II. Biologisches Verhalten, wirtschaftlich bedeutsame Eigenschaften, Verbreitung und Bedeutung der wichtigeren Fischarten.

1. Salmoniden.

Der Lachs, Trutta salar L., (49). Laichzeit von Ende Oktober bis Ende Januar, Hauptmonate November und Dezember. Laicht auf kiesig-steinigem Grunde in schnell fließendem Wasser von 2 bis 6 Fuß Tiefe; die Eier werden in Kiesgruben oder -Furchen gebettet, die das Weibchen bereitet. Anzahl der Eier nach Alter und Größe des Fisches verschieden, ca. 500 bis 900 pro Pfd. des Körpergewichtes. Die Größe der Eier variiert

ebenfalls nach Alter und Größe des Fisches, 5 bis 7 mm im Durchmesser. Inkubationsdauer, d. i. die Zeit von der Befruchtung bis zum Ausschlüpfen, je nach der Temperatur des Wassers länger oder kürzer, bei 4° R 106 Tage, bei 6° 71 Tage. Die Dottersackperiode, während welcher das ausgeschlüpfte Fischchen keine Nahrung zu sich nimmt, sondern vom Inhalte des Dottersackes zehrt, dauert etwa 5 bis 6 Wochen. Der junge Lachs erreicht auf den Laichrevieren und in deren Nachbarschaft im ersten Herbst eine Länge von 9 bis 12 cm und ein Gewicht von 10 bis 25 g, im zweiten Herbst 17 bis 23 cm mit 45 bis 100 g Gewicht. Ein Teil der jungen Lachse tritt die Wanderung zum Meere bereits zu anfang des zweiten Lebensjahres an, der andere Teil im dritten Frühling (2 Jahre alt). Es verlieren sich alsdann die breiten dunkeln Querbänder (Parr-Zeichnung) und die Seiten des Körpers werden silberglänzend (Smolt-Stadium). Ueber Ort und Dauer des Aufenthaltes im Meere, sowie über die Wachstumsverhältnisse während dieser Zeit, sind wir noch sehr wenig unterrichtet; wir wissen nur, daß der Lachs als 3 bis 6pfündiger, in vielen Fällen auch erst als 8 bis 13pfündiger Fisch zum erstenmale nach den Laichplätzen zurückkehrt, und daß sich die große Mehrzahl auf diesen Laichfahrten 5 bis 8 Monate, eine kleinere Anzahl 9 bis 12 und eine noch geringere Zahl sogar bis 15 Monate in unsern Flüssen aufhält und zwar unter steter Enthaltung von jeglicher Nahrung. Von da ab laicht die Mehrzahl der Lachse wahrscheinlich nur jedes zweite Jahr und treten sie alsdann mit dem doppelten Gewicht im Vergleich zum vorigenmale die neue Laichfahrt an. So werden die sog. Wintersalmen, welche im Rhein (Holland) schon im September, in der Weser (bei Hameln) im Oktober erscheinen und die im Vergleich mit den gleichzeitig noch aufsteigenden Laichlachsen sehr minimal entwickelte, in Fett gehüllte Hoden und Eierstöcke haben und sich durch ihr schönes rotes Fleisch auszeichnen, erst im Laufe des folgenden Jahres laichreif und bleiben nicht steril, wie man früher annahm. Ebenso werden alle nach Schluß der Laichzeit bis etwa zum Mai aufsteigenden fetten Lachse die letzte Laichperiode überschlagen haben.

In Teichen aufgezogene Lachse können, was die weiblichen Fische anbetrifft, zum Teil schon in einem Alter von 2 Jahren und 8 bis 9 Monaten fortpflanzungsfähig werden; ein Jahr später, also im Alter von 3³/₄ Jahren hat man von solchen Fischen reife Eier gewonnen und mit der Milch von gleichalterigen in demselben Teich aufgezogenen Lachsen befruchtet. Die erzielte Brut ließ nichts zu wünschen übrig (Versuche zu Howietown in Schottland 1881—85). Der Aufenthalt im Meere ist also keine physiologische Notwendigkeit für die Fortpflanzung des Lachses. Daß ein Teil der männlichen Fische bereits vor der Wanderung zum Meere, also vielleicht schon im ersten Herbst (?), sicher aber im Herbst des zweiten Jahres befruchtungsfähige Milch besitzt, ist schon seit lange bekannt. Bei älteren Männchen entwickelt sich mit dem Herannahen der Laichzeit an der Unterkieferspitze ein knorpeliger harter Haken, der bei geschlossenem Maul in eine entsprechende Grube der sich gleichfalls mehr oder weniger verlängernden Schnauzenspitze eingreift (Hakenlachs).

Bei der Aufzucht von Lachsen in Teichen hat man dieselbe Beobachtung gemacht, wie bei der Aufzucht von Forellen, daß nämlich Fische desselben Alters und derselben Behandlung (Fütterung) in Körpergröße nnd Gewicht sehr ungleich sein können. Die Größe der in Howietown aufgezogenen Lachse variierte im Herbst des dritten Jahres (2 Jahr 8 Monat alt) von 105 bis 343 mm. Aehnliche Differenzen kommen auch in den freien Gewässern vor, und wird dadurch eine Altersbestimmung vereinzelt gefangener Fische sehr schwierig. Ein Lachs von 50 cm Länge kann 3 bis 7 Pfd., ein solcher von 63 cm 5 bis 8 Pfd. wiegen, ja bei Lachsen von 116 cm Länge können sogar Gewichtsdifferenzen von 14 Pfd. vorkommen. Weibliche Wintersalmen von Meterlänge wiegen durchschnittlich 20 bis 21 Pfd. Die Sommerlachse von 7 bis 13 Pfd. haben eine durchschnitt-

liche Größe von 75 bis 95 cm. Am 13. November 1885 wurde in Holland ein 50 Pfd. schwerer Wintersalm gefangen, der am Markt zu Kralingsche Veer 197 Mk. aufbrachte.

Der Lachs geht in alle größeren Flüsse der Nord- und Ostsee, fehlt jedoch dem Donaugebiet und den Flüssen des mittelländischen Meeres; an den europäischen Küsten ist er vom Eismeer bis in den Busen von Biscaya verbreitet. Er gehört ohne Frage zu den wirtschaftlich wertvollsten Fischen, schon aus dem einfachen Grunde, weil er sich nur in der ersten Jugend bis zum spannelangen Fischchen in unsern fließenden Binnengewässern ernährt, alle weiteren Kosten für ihn aber das Meer bestreitet. „Der Lachs ist ganz und gar ein Geschenk des Meeres an das Binnenland, ein hundertfältiges Einernten nach unscheinbarer Aussaat" (Miescher-Ruesch). Da wir nun die Nord- und Ostsee als ein für den Lachs unerschöpfliches Nahrungsgebiet betrachten können, in welchem der Vermehrung des Lachses keine absehbaren Grenzen gesteckt sind, so liegt auf der Hand, daß unsere Ernte an zurückkehrenden erwachsenen Lachsen um so größer werden muß, je mehr junge Lachsfischchen aus unsern Flüssen in die genannten Meere gelangen. Wir werden also dahin streben müssen, die gesamten für das Aufkommen von Lachsbrut geeigneten Gewässer entweder auf dem Wege des natürlichen Laichens, oder, wo dies ausgeschlossen ist, auf dem Wege der künstlichen Fischzucht mit so viel Lachsbrut zu bevölkern, als darin ausreichende Nahrung zu finden vermag. Ueber diese Grenze hinaus ist eine Mehrung des Lachses nicht möglich; sie erreicht ihr Ziel also erst mit der vollständigen Ausnutzung der für die Lachsbrut tauglichen Weidegründe.

Höchst erfreuliche Fortschritte sind in dieser Beziehung im Laufe der letzten Jahre gemacht worden. Die Mehrung des Lachses, diese für unsere meisten Flußgebiete nur auf dem Wege der internationalen Vereinbarung durch entsprechende Verteilung der gemeinsamen Pflichten und Opfer für Aussaat und Ernte zu lösende hochwichtige Aufgabe, ist seitens der Staats-Regierungen sowohl, wie seitens der Fischerei-Vereine nach allen Richtungen hin mächtig gefördert. So ist es insbesondere für das Stromgebiet des Rheines nach vielfachen vergeblichen Bemühungen und nach schwierigen Verhandlungen endlich gelungen, eine Verständigung zwischen sämtlichen Rheinuferstaaten zu erzielen. (Vertrag zwischen Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz, betreffend die Regelung der Lachsfischerei im Stromgebiete des Rheins, vom 30. Juni 1885.)

In welchem Umfange die Aussaat für das Rheingebiet betrieben wird, davon gibt folgende Zusammenstellung eine ungefähre Uebersicht.

Von 1878 bis 1884 wurde am Rhein oberhalb der holländischen Grenze an Lachsbrut zugeführt:

In Preußen und einigen andern deutschen Staaten . . .	1777000	Stück
„ Bayern	419700	„
„ Baden	2290000	„
„ Elsaß	3568000	„
„ der Schweiz	5417100	„
„ Luxemburg	700000	„
Summa:	14171800	Stück.

Wenn auch schon bald nach Gründung der Fischzuchtanstalt zu Hüningen (1852) mit Aussetzung von Lachsbrut begonnen wurde (Luxemburg setzt seit 1856 aus), so ist man damit doch erst seit dem Jahre 1871 regelmäßig und in größerem Maßstabe vorgegangen.

Welchen Einfluß dies auf die Ernte ausgeübt hat, ist aus dem Ertrage der Lachsfischerei auf holländischem Gebiete zu entnehmen.

Zu Kralingsche Veer kamen auf den Markt:

1870	21687	Lachse	1876	42293	Lachse	1882	55079	Lachse
1871	23209	„	1877	44580	„	1883	78609	„
1872	32228	„	1878	49691	„	1884	92116	„
1873	58384	„	1879	38914	„	1885	104422	„
1874	77070	„	1880	41736	„	1886	84230	„
1875	56436	„	1881	44376	„			

1878 verhielt sich der Gesamtertrag des holländischen Fanges zu dem im Oberrhein (Basel—Laufenburg) wie 100 zu 9,18; im Jahre 1879 betrug der Fang im Oberrhein nur etwa 5 Prozent des Holländischen und ist seitdem nicht besser, sondern eher noch schlechter geworden. Für 1885 und 86, wo der Vertrag schon in Wirksamkeit war, liegen vergleichbare Angaben leider noch nicht vor.

Die Meerforelle, Trutta trutta im engern Sinne (50, a). Marine Form der Forelle. Biologisches Verhalten ähnlich wie beim Lachs, doch in unsern größern Lachsflüssen nur vereinzelt bis zu den obern Quellengebieten aufsteigend, dagegen die untern Nebenflüsse und vorzugsweise die kleinen Küstenflüsse zum Laichen aufsuchend. Obschon hin und wieder dem Lachs an Größe und Gewicht gleichkommend und zumeist auch mit diesem verwechselt, scheint sie doch im allgemeinen hinter demselben zurückzubleiben. In den ost- und westpreußischen Flüssen werden Meerforellen bis zu 118 cm Länge und 30 Pfd. Gewicht gefangen, auch in der Eider (Nordseegebiet) kommen solche bis zu Meterlänge und 15 bis 20 Pfd. Schwere vor, wohingegen diejenigen, welche den kleinen Küstenflüssen (Auen) der Ostsee in Schleswig-Holstein entstammen, kaum schwerer als 4 bis 6 Pfd. werden sollen.

Nach den in England und Norwegen gewonnenen Erfahrungen wird die Meerforelle der Vermehrung des Lachses in sehr bedenklicher Weise hinderlich, sobald sie das nummerische Uebergewicht über denselben in den Flüssen erlangt; sie soll die Laichbetten zerstören und den Rogen begierig fressen.

Eine hervorragende Bedeutung hat die Meerforelle für die schleswig-holsteinschen Auen erlangt, woselbst man mit Hilfe der künstlichen Fischzucht sozusagen in kurzen Umtrieben wirtschaftet, indem man den Fisch schon in einem Gewichte von etwa 2 Pfd. an verwertet und dennoch sehr hohe Erträge erzielt. So lieferte z. B. die Langballigau, welche von der Quelle bis zur Mündung 1 Meile lang ist und eine Gesamtwasserfläche von ca. 2 ha repräsentiert, im Jahre 1883 636 Stück Meerforellen mit einem Gesamtgewicht von 1495 Pfd. In Teichen wird die Meerforelle in 3 Jahren etwa 2 Pfd. schwer.

Die Seeforelle, Trutta lacustris L. (58,b). Binnenseeform, und zwar auf die tieferen Seen der mitteleuropäischen Alpenländer bis zu einer Meereshöhe von 800 m beschränkt. Man unterscheidet eine fortpflanzungsfähige und eine sterile Form. Im Bodensee heißt die erstere Grundforelle, die letztere Schwebforelle. Die Grundforelle hält sich nur in der Tiefe auf und kann ein Gewicht von 25 bis 30 Pfd. erreichen. Sie wird im dritten oder vierten Jahre fortpflanzungsfähig und steigt um zu laichen in die in den See einmündenden Flüsse. Die Wander- und Laichzeit dauert von Ende September bis Dezember. Die Jungen ziehen 60 bis 120 g schwer im Hochsommer, besonders mit Hochwasser stromab in den See. Schnellwüchsig, 2 Jahr alt bis 40 cm und 900 g. Die Schwebforelle ist schlanker, mehr zusammengedrückt, silbrig, wächst langsamer und wird gewöhnlich nicht über 10, selten bis 20 Pfd. und darüber schwer. — Sie lebt mehr in den obern Wasserschichten und geht nie in die Flüsse; ihre Eier bleiben unentwickelt — ob immer? — und die Männchen bekommen keine Haken. Ihr Fleisch ist weniger geschätzt als das der Grundforelle.

Die Seeforelle ist je nach Alters- und Geschlechtszustand, so wie auch nach den verschiedenen Aufenthaltsorten in den Körperumrissen, wie in der Farbe und Zeichnung

ungemein veränderlich und führt daher auch verschiedene Namen. So ist die „Lachsforelle" des Chiemsees dasselbe wie die Grundforelle des Bodensees, welche in der Ill, wo sie sich zum Laichen einfindet, Illanke, im Oberrhein Rheinanke genannt wird. Die Maiforelle der österreichischen Seen entspricht nach Siebold der Schwebforelle des Bodensees; sie ist aber nicht vorwiegend steril und ihr Fleisch wird höher geschätzt.

Die Bachforelle. Trutta fario L. (58 c). Laichzeit von Oktober bis Januar, in Gewässern mit niedriger Sommertemperatur und relativ hoher Wintertemperatur erst von Januar bis März. Die Eier werden an flachen, kiesig-sandigen Bachstellen mit nicht zu starker Strömung in Gruben gebettet, die das Weibchen mit dem Bauch und Schwanz aufwühlt. Bei ihrem Austritt aus der Bauchhöhle sind die Eier schlaff und nachgiebig; sie werden erst im Wasser prall und widerstandsfähig, indem sie, wie auch die Lachseier ca. 11% ihres Gewichtes an Wasser zwischen Eikapsel (Schale) und Rindenschicht des Dotters aufnehmen. Ihr Durchmesser variiert je nach Größe, Stärke und Alter des Fisches zwischen 4 bis 5,5 mm; ebenso nimmt die Anzahl derselben mit dem Alter, der Größe und Stärke des Fisches zu. Hoch im Gebirge, wo die Bachforellen kaum über 20 cm groß werden, hat ein Rogener von 12 cm Länge nur ca. 80 Eier; bei 20 cm langen Forellen des Berglandes an der obern Weser fand ich im Durchschnitt 150 bis 300 Eier, während die großen Forellen der Rhume am Fuße des Harzes pro Pfd. des Körpergewichtes 1000 bis 1500 Eier liefern. Inkubationsdauer und Dottersackperiode in der Regel um wenige Tage kürzer als beim Lachs. Die Jungen ziehen von den Laichstätten allmählich in tiefere Partien der Bäche; ihr Wachstum ist je nach der klimatischen Beschaffenheit und den Nahrungsverhältnissen des Aufenthaltsortes sehr verschieden. Bis zum Spätherbst (November) des ersten Jahres erlangen sie in den freien Gewässern des norddeutschen Berg- und Hügellandes eine Größe von 8 bis 10 cm, bis zum zweiten Herbst eine solche von 15 bis 20 cm. In stark beschatteten Bächen ist der Zuwachs fast um 1/3 geringer. Bei guter Nahrung wird die Mehrzahl schon im zweiten Herbst, also 1 Jahr und 8 bis 9 Monat alt, fortpflanzungsfähig. Im dritten Sommer beträgt das Durchschnittsgewicht 1/2 bis 3/4 Pfd. bei einer Länge von 30 bis 34 cm. Forellen, welche in Teichen gehalten und regelmäßig gefüttert werden, zeigen ungleich günstigere Zuwachsverhältnisse. Sie erreichen hier schon im zweiten Herbst ein Gewicht von 1/2 bis 1 Pfd., ja einzelne sogar bis 2 Pfd. und darüber.

Bis zur Laichzeit sind die Forellen Standfische; eine jede behauptet ihr eigenes meist beschränktes Jagdgebiet. Mit Eintritt der Laichzeit verlassen sie ihren Standort, um weiter aufwärts geeignete Laichplätze aufzusuchen. Um diese Zeit zeigen beide Geschlechter eine schwartige Verdickung der Haut, das Weibchen indessen weniger als das Männchen, und je älter letzteres ist, desto deutlicher tritt bei ihm, ähnlich wie beim Lachs, eine hakenartige Bildung am Unterkiefer auf. Die Färbung variirt je nach der Beschaffenheit des Wassers und des Standorts und stimmt in der Regel mit der herrschenden Farbe der Umgebung oder des Bodens überein; daher die verschiedenen Bezeichnungen: Steinforelle (dunkel), Waldforelle (hellbraun), Schwarzforelle, Silber- und Goldforelle u. s. w. Das Fleisch der jungen Forellen ist weiß, das älterer Fische je nach der Nahrung weiß, gelblich oder rosenrot; die Eier haben alsdann dieselbe Farbe. Rot- und weißfleischige Forellen können in demselben Wasser nebeneinander vorkommen.

Unter besondern Umständen kann die Forelle ein hohes Alter, über 1 m Länge und ein Gewicht von 10 bis 20 Pfd. erreichen. Sie besitzt eine große Anpassungsfähigkeit und hält selbst in Gewässern aus, deren Temperatur an den heißesten Sommertagen bis auf 20° R. und darüber steigt. Ihre Verbreitung erstreckt sich daher auch über ganz Europa von den Bächen der Tiefebene bis zu einer Meereshöhe von 2500 m im Gebirge und sie ist, da sie überall sehr geschätzt wird und hoch im Preise steht, unstreitig für die meisten

Bäche und kleineren Flüsse des mitteleuropäischen Gebietes der wirtschaftlich wichtigste Fisch, dessen Züchtung überdies auch in Teichen mit außerordentlichem Erfolge betrieben werden kann.

Der **Huchen**, Salmo hucho L. (48). Laichzeit von Ende März bis Ende Mai, der einzelne Rogener verlaicht aber schon in 24 bis 72 Stunden. Die gelblichen 5 bis 6 mm großen Eier werden an flachen, aber stark strömenden Stellen in Kiesgruben „Brüche" gebettet, welche das Weibchen durch heftige Schwanzbewegungen aushöhlt. Ein 35 Pfd. schwerer Rogener hat weit über 20000 Eier. Inkubationsdauer 4 bis 5 Wochen, Dottersackperiode etwa drei Wochen. Schnellwüchsig und sehr gefräßig. In Teichen oder Bassins aufgezogen haben die Jungen nach 3 Monaten 6,5, nach 6 Monaten 15, nach 12 Monaten 27 und nach 28 Monaten 60 cm Länge. In den freien Gewässern wird die Mehrzahl zu Ende des zweiten Jahres bei einem Gewichte von 2 kg fortpflanzungsfähig; sie nehmen dann jährlich um 1 kg zu und können eine Länge bis zu 2 m und ein Gewicht von 40 bis 50 kg erreichen.

Der Huchen findet sich nur im Donaugebiet und zwar in Bayern und Oesterreich sowohl in der Donau selbst, als auch in deren südlichen Zuflüssen (Iller, Lech, Isar, Ammer u. s. f.), während er in den nördlichen Nebenflüssen (Naab, Regen u. s. w.) nur gelegentlich bei Hochwasser angetroffen wird. Er ist wie die Bachforelle ein einsam lebender, äußerst räuberischer Standfisch; mit Beginn der Laichzeit wandert er weit stromaufwärts, geht dann selbst in unansehnliche Bäche und steigt in den Gebirgsflüssen Oberösterreichs bis zu einer Meereshöhe von 1000 m und darüber auf.

Obwohl dieser Fisch als arger unersättlicher Räuber sehr verrufen ist, so wird er doch wegen seines Fleisches und auch des Angelsports halber so sehr geschätzt, daß man sowohl in Oesterreich als auch in Bayern seiner im Laufe der Jahre sehr merklich gewordenen Abnahme durch Aussetzung von künstlich erzogener Brut entgegenarbeitet. In den vier Jahren 1882 bis 85 sind in Oberösterreich allein 390640 Stück Huchenbrut in die Traun, Enns, Ager und in den Inn ausgesetzt worden.

Der **Saibling**, Salmo salvelinus L. (47), Ritter, Rötheli, Rotforelle und Schwarzreuterl, l'ombre-chevalier des Genfer Sees. Laichzeit in manchen Seen von Oktober bis Dezember, in andern von Januar bis März, ja im Königssee tritt bei den großen, sehr tief stehenden, 6- bis 10pfündigen Saiblingen die Laichreife erst im Juni ein. Die blaßgelben oder rötlichen, 4½ bis 5½ mm großen Eier werden auf Kiesstellen abgesetzt, doch ist die Tiefe, in welcher dies geschieht, sehr verschieden. Im Zuger- und Aegerisee in einer Tiefe von 500 bis 600 Fuß, im Schliersee 60 bis 80 Fuß tief, im Tegern-, Hinter- und Fuschlersee am flachen Ufer. Anzahl der Eier, Inkubationsdauer und Dottersackperiode wie bei der Forelle. In Quellwasserteichen, deren Wasser sich nicht über 12 bis 13° R. erwärmen darf, ist er bei regelmäßiger Fütterung schnellwüchsiger als die Forelle. Er ist gesellig, wird sehr zahm und reviert beständig nach Futter umher. Für die Teichwirtschaft ist er aus diesem Grunde der dankbarste Salmonide, vorausgesetzt daß genügende Quellwassermengen mit entsprechender Temperatur zu gebote stehen. Er wird mit 2 Jahren ½ bis ¾, in 3 Jahren 1¾ Pfd. schwer. Die Größe des Saiblings wechselt je nach den Seen außerordentlich. In dem an diesen Fischen reichen Zugersee werden selten über 100 g schwere gefangen, so daß in der Regel 5 bis 8 Stück auf 1 Pfd. gehen; im Starnberger und Königssee kommen dagegen solche von 4 bis 6 kg und im Genfersee noch schwerere Exemplare vor. Sein Fleisch ist je nach der Jahreszeit und dem Aufenthaltsort weiß oder rötlich; es wird ganz außerordentlich geschätzt, weshalb denn auch die künstliche Zucht dieses Fisches mit großer Vorliebe in der Schweiz, in Baiern, Oesterreich und wo sich sonst passende Wasserverhältnisse finden, betrieben wird.

Der **Stint**, Osmerus eperlanus L. (51). Laichzeit von Mitte März bis Mitte

April. Kommt dann aus dem Meere und von den Küsten in großen Scharen in die Flußmündungen und steigt innerhalb des Flut- und Ebbegebiets der Nordseeflüsse bis in das völlig süße Wasser auf; auch in der Ostsee geht er in die Haffe und Flüsse. Ein Rogener von 57 g hat 28—36000 Eier, welche im Wasser bis zu 1 mm Größe aufquellen und wie die Coregoneneier eine klebrige Oberfläche entwickeln, die nach F. Day aus äußerst feinen Fädchen besteht, deren Enden sich bei Berührung mit einem festen Gegenstande zu einer Haftscheibe erweitern. Die besten Laichstellen finden sich daher auf festem Sand-, Kies- oder Steingrund, auch an Brücken und Plankenwerk; in den Landseen auch auf flachen Stellen, die mit Grundkräutern bewachsen sind. Inkubationsdauer je nach der Temperatur 5 bis 18 Tage, bei Frostwetter in den Binnenseen sogar bis 30 Tage (Eckardt). Schnellwüchsig und schon mit Ablauf des ersten Jahres fortpflanzungsfähig. Gewöhnliche Größe des Seestints 15 bis 22 cm, des reinen Süßwasserstints in den Landseen 10 bis 15 cm. Im Herbst gehen etwa 15 bis 14 Seestinte auf 1 Pfd., im Frühjahr vor der Laichzeit 4 bis 10; mästet sich vorzugsweise vor den Flußmündungen und an den Meeresküsten heran. Der eigentümliche gurkenähnliche Geruch ist beim Seestint lange nicht so intensiv als bei dem kleinen Stint des Kurischen Haffs und der großen Landseen. — Von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung nur im Ebbe- und Flutgebiet der Nordseeflüsse, dann am Kurischen Haff und in den daselbst mündenden Strömen, sowie in den großen masurischen Seen. Auch als vortrefflicher Futterfisch für Zander u. s. w. zu verwerten.

Die Aesche, Thymallus vulgaris Nils. (63). Laichzeit von Ende März bis Anfang Mai, gewöhnlich im April. Schlägt mit dem Schwanze auf feinem Kiesgrunde in nicht zu stark strömendem Wasser von 30 bis 60 cm Tiefe seichte Furchen, in welche die Eier gebettet werden. Diese sind gelblich oder blaß orangerot und 3,2 bis 4 mm groß. Ein Rogener von 500 g liefert bis 4000 Stück. Inkubationsdauer bei 7 bis 8° R. 20 bis 35 Tage, bei 12° nur 11 Tage; Dottersackperiode 7 bis 14 Tage. Wachstum viel gleichmäßiger und etwas schneller als bei der Forelle: ein Jahr alt 12 bis 16 cm lang; zwei Jahr alt 250 g, drei Jahr alt 500 bis 625 g schwer. Aeschen von 3 Pfd. und darüber sind bei uns selten, ihr gew. Gewicht ist ½ bis 1 Pfd. bei 28 bis 40 cm Länge. Fortpflanzungsfähig in der Regel am Ende des zweiten Jahres. In Beziehung auf ihren Aufenthaltsort, namentlich was die Beschaffenheit und Temperatur des Wassers, sowie die geologische Konstitution des Flußbettes anbetrifft, ist die Aesche viel anspruchsvoller als die Forelle; ihr Vorkommen ist daher auch ein beschränkteres. Sie findet sich im Flachlande wie im Gebirge, geht aber in Flüssen und Bächen lange nicht so hoch hinauf wie die Forelle. Ihre Einführung in solche Gewässer, wo sie früher nachweislich nicht vorhanden war, ist an manchen Stellen geglückt, an vielen dagegen fehlgeschlagen. Ihre künstliche Zucht bietet zudem einige Schwierigkeiten, einmal wegen Beschaffung des Laichs, da kurz vor der Laichreife eingefangene Aeschen in Behältern nicht reif werden, und zweitens wegen der geringen Transportfähigkeit der empfindlichen Eier bei vorgerückter Jahreszeit. Die Aufzucht in Teichen, welche im ganzen noch wenig versucht ist, scheint bei dem lebhaften Naturell des Fisches wenig Vorteil zu versprechen. Das weiße Fleisch ist sehr wohlschmeckend und wird von Liebhabern demjenigen der Forelle vorgezogen; trotzdem ist die Aesche kein solcher Handelsfisch wie die Forelle, da sie sehr wenig transportfähig ist und ihr Fleisch sehr rasch an Wohlgeschmack verliert. Sie kommt in Oesterreich auch geräuchert in den Handel, das Kilo zu 3 bis 3½ Mk.

Die norddeutschen Coregonen (Maränen und Schnäpel).

Die große Maräne, Coregonus maraena Bloch (54). Madümaräne. Laicht von Mitte November bis Mitte Dezember hoch in tiefem Wasser an den mit Grund-

kräutern, namentlich Characeen, bewachsenen Schaarbergen. — Schaar heißt das meist mit Chara, Potamogeton und andern Wasserpflanzen bewachsene, flache Vorland, dessen Innen- oder Seeseite plötzlich und steil abwärts fällt und das Tiefwasser des Sees begrenzt. Weißes Schaar heißt das Vorland, soweit man darauf waten kann, schwarzes Schaar von da ab bis zum Tiefwasser. — Die beim Austritt aus der Bauchhöhle schlaffen und nachgiebigen Eier werden erst im Wasser allmählich rund und in etwa 24 Stunden fest und elastisch. Die Aufnahme von Wasser dauert über zwei Stunden. Mit der Anschwellung der Eier erlangt ihre äußere Schicht zugleich eine bedeutende Klebrigkeit, welche binnen 1½ Stunden ihren höchsten Grad erreicht und dann langsam abnehmend bis 24 Stunden und darüber andauert. Die Größe der Eier nach der Wasseraufsaugung schwankt je nach der Größe und Stärke des Fisches zwischen 3,2 und 3,8 mm; ihre Anzahl beläuft sich pro Pfd. Lebendgewicht des Rogeners auf 4 bis 6000. Inkubationsdauer bei 3 bis 4 R. 96 bis 100 Tag e; Dottersackperiode bis drei Wochen. Im Madüsee schlüpfen die Jungen gegen Ende Februar oder Anfang März aus, halten sich zunächst zwischen den Grundkräutern auf, suchen dann später ihre Nahrung weiter oben und wachsen in einem Jahre zu 16 bis 20 cm langen Fischchen heran. Mit Ende des zweiten Jahres werden die Männchen fortpflanzungsfähig, die Weibchen ein Jahr später. Die Aufzucht von Maränen in Teichen, um damit geeignete Seen zu besetzen, ist mehrfach mit Erfolg versucht; die Brut wurde im ersten Jahre 17 bis 21, im zweiten Jahre bis 31 cm lang.

Im Madüsee, der 50 m tief ist, kann die große Maräne eine Länge von 1,3 m und ein Gewicht von 10 kg erreichen; sie kommt außerdem noch im Schaalsee (66 bis 75 m tief) und in dem 36 m tiefen Selentersee vor.

Wie der Saibling in Süddeutschland, so hat die große Maräne in Norddeutschland als Tafelfisch eine gewisse Berühmtheit erlangt. Im Volksmunde wird sie nicht selten Muräne genannt, was indessen falsch ist, da dieser Name einem aalähnlichen Fische des Mittelmeeres zukommt.

Die Edelmaräne, Coregonus generosus Pet. (57). Diese 1874 von Professor Peters aufgestellte Art findet sich im Pulssee bei Bernstein, Kreis Friedberg in der Neumark, sowie im Gorzynersee, Kreis Birnbaum in der Provinz Posen. Wird 1 kg schwer und stimmt in ihrem biologischen Verhalten mit der großen Maräne überein.

Die Wandermaräne, Coregonus lavaretus L. (53). Lebt während des Sommers in der Ostsee und geht im Herbst, um zu laichen, in das kurische Haff, das Putziger Wiek und den Lebasee. Laichzeit von Mitte Oktober bis Mitte Dezember. Die 2,5 bis 3,5 großen Eier werden auf Kies- oder Steingrund abgelegt. Inkubationsdauer und Dottersackperiode wie bei der großen Maräne. Die Jungen scheinen das süße Wasser sehr bald zu verlassen. Wird 40 bis 60 cm lang und ½ bis 3 kg schwer. Steht als Speisefisch der Madümaräne weit nach, was schon die bedeutend geringeren Marktpreise bekunden, doch bemerkt Professor Benecke hierzu: „Gegenüber der hohen Achtung, der sich der Sig (Coregonus Baeri) im frischen wie geräucherten Zustande in Rußland erfreut, erscheint es wunderbar, daß unser ihm so nahe verwandter (Ostsee-)Schnäpel in Königsberg und Danzig so gering geschätzt wird, daß er vielfach nur unter falscher Flagge, als Schnee- oder Eislachs, geräuchert als Zärthe, verkauft werden kann. Auch unser Schnäpel ist frisch, gebraten, mariniert und geräuchert ein sehr feiner Fisch; nur muß man ihn natürlich nicht gerade dann genießen, wenn er im Laichen begriffen oder eben abgelaicht ist. Nun werden aber allerdings seit Jahren die wenigen noch ins Kurische Haff und das Putziger Wiek einwandernden Ostseeschnäpel gerade im November beim Laichen gefangen, während früher, als ihre Zahl außerordentlich viel größer war, die meisten erst im Frühjahr, nachdem sie sich wieder zu großer Körperfülle herangemästet hatten, auf der Rückwanderung nach der See gefangen wurden, wie das in Rußland noch jetzt die Regel ist". Ob diese Heran-

mästung während der Wintermonate in den süßen Gewässern stattfindet — die Ostseeschnäpel verlassen nach Dr. Holland den Lebasee schon spätestens anfangs März wieder — scheint mir doch noch etwas fraglich. Ebenso unzureichend wie über den Ostseeschnäpel sind wir über die zweite wandernde Coregonenart, den Nordseeschnäpel, unterrichtet.

Der Nordseeschnäpel, Coregonus oxyrrhynchus L. (52). Lebt in der Nordsee an den Küsten und in den Flußmündungen von Belgien bis Jütland (Nissumfjord). In den Flußmündungen erscheint er von März an, geht um diese Zeit binnenwärts nicht über das Ebbe- und Flutgebiet hinaus; in der Regel sind es nur 1 bis 2½pfündige ca. 30 bis 40 cm lange Fische. Im Herbst wandern dann die 40 bis 50 cm langen, 3 bis 4pfündigen stromaufwärts, um auf Kies- oder Steingrund zu laichen. In der Elbe steigen sie bis in die Torgauer Gegend auf, in der Weser bis zu den Wehren von Hameln, im Rhein bis über Wesel hinauf. Die Laichzeit fällt in den Monat November. Eier, Inkubationsdauer und Dottersackperiode wie bei der Wandermaräne der Ostsee. Im Juni findet man bereits 7 bis 8 cm lange Brut im Flut- und Ebbegebiet, im September ebenda 15 bis 17 cm große Jungfische, welche das salzigere Wasser aufsuchen, woselbst sie im Februar, wenn die Stinte in die Flußmündung kommen und aufziehen, zwischen diesen 19 bis 20 cm groß und ca. 50 g schwer angetroffen werden. Sowohl frisch als geräuchert ein sehr geschätzter Fisch, dessen Vermehrung mit Hilfe der künstlichen Fischzucht jedwede Unterstützung verdient.

Die kleine Maräne, Coregonus albula L. (62). Laicht von Mitte November bis Mitte Dezember nachts hoch im Wasser auf 3 bis 8 m tiefen Stellen, wo der Grund mit Pflanzen dicht bestanden ist. Die befruchteten Eier sinken im Wasser unter und bleiben in den Blattachseln und an den Blättern der Charen und Laichkräuter (Potamogeton) mittelst des auf der Ei-Oberfläche sich entwickelnden Klebestoffs hängen; die auf den weichen mergeligen Schlamm fallenden Eier gehen wahrscheinlich zu grunde. Anzahl der Eier je nach der Größe des Fisches 2 bis 5000; ihre Größe schwankt zwischen 1,5 bis 2 mm. Inkubationsdauer und Dottersackperiode wie bei den andern Maränenarten. Diese fast in allen über 15 m tiefen Seen des uralobaltischen Höhenzuges von Rußland bis nach Holstein vorkommende Art erreicht in den meisten Seen nur eine Länge von 12 bis 15 cm, in andern dagegen, die durchweg klares und tiefes Wasser haben, viele Pflanzen und im Untergrunde Kalk enthalten, 20 bis 35 cm Länge. Sehr schmackhaft, doch in Güte und Wert je nach der Beschaffenheit der Gewässer sehr verschieden.

Die süddeutschen bezw. nordalpinen Coregonen (Renken oder Felchen).

Der Blaufelchen oder die Renke, Coregonus Wartmanni Bl. (59). Bevölkert die meisten größeren schweizerischen, bayerischen und österreichischen auf der Nordseite der Alpen und Voralpen gelegenen Seen. Lebt gesellig und nach Altersstufen getrennt in bedeutender Tiefe. Zur Laichzeit, welche in den meisten Seen in die Monate November und Dezember fällt und für den einzelnen Rogener 10 Tage bis drei Wochen dauert, kommt er in Schwärmen an die Oberfläche. Die brünstigen Fische lassen dann dicht aneinander gedrängt und sich gegenseitig streifend Samen und Eier in das freie Wasser austreten. Die Eier sinken in die Tiefe; ihr Durchmesser beträgt angebrütet 2,2 mm. Inkubationsdauer und Dottersackperiode wie bei der Maräne. Wachstum langsam; die Laichfähigkeit tritt mit drei Jahren ein. Je nach der Größe oder vermeintlichen Altersstufe führen die Renken im Munde der Fischer und Fischverkäufer verschiedene Namen, wodurch mancherlei Verwirrung auch in der Litteratur herbeigeführt ist. Die Renke kann bis 79 cm lang und 4 bis 6 Pfd. schwer werden, kommt aber schon von 22 cm an als beliebte Delikatesse auf den Markt. Was nicht frisch am Fangort verkauft wird, kann nur ausgeweidet verführt werden, da die Renken aus dem Wasser alsbald sterben und sich sehr

schnell zersetzen; übrigens werden sie mariniert und geräuchert weithin versendet. Namentlich für den Bodensee haben die Blaufelchen und Gangfische wegen ihrer Häufigkeit eine sehr große wirtschaftliche Bedeutung. Schon Wartmann nennt diese Fische die Heringe des Bodensees. In Bayern ist Renke die gewöhnliche Bezeichnung; renga ist der italienische Name des Herings. Blaufelchen werden am Bodensee mit 0,75 bis 1,25 Frks. per Stück bezahlt.

Der Gangfisch, Coregonus macrophthalmus Nüsslin (58). Im Bodensee, insbesondere im Untersee, sodann in nahe verwandten Formen (Varietäten?) im Züricher-, Zuger-, Vierwaldstädter-See und anderen (?) Seen der Schweiz, in ersteren „Albuli" genannt. Lebt für gewöhnlich in der Tiefe und kommt im Bodensee Ende November bis Mitte Dezember zur Laichzeit aus dem Unter- und Obersee zusammen, um seinen Laich in dem stark strömenden Teil (Rhein) des Sees zwischen Konstanz und Ermatingen bald mehr auf den untiefen Uferstellen, bald mehr in der Tiefe und an der Halde abzusetzen. Die angebrüteten Eier haben einen Durchmesser von 3 mm. Der Gangfisch ist zählebiger als der Blaufelchen und läßt sich in Hältern aufbewahren. Seine Haut ist dicker und die Beschuppung fester; es ist daher Regel beim Räuchern der Gangfische den Fisch nicht zu öffnen; bei der starken Bauchwand hält er die Räucherung gut aus. Junge Felchen werden dagegen stets geöffnet und ausgenommen, weil sonst beim Räuchern die dünne Bauchwand aufreißen und die Eingeweide austreten würden. Der Gangfisch erreicht eine Länge von 30 bis 33 cm und ein Gewicht bis zu 200 g. Im Untersee werden jährlich etwa 120000 Stück gefangen und per 100 Stück mit 15 bis 40 Frks. bezahlt.

Der Traunsee-Rheinanke, Coregonus Steindachneri Nüsslin (60). Die Frage über die spezifische Qualität des Traunsee-Rheinanken ist bereits 1881 von Herm. Danner in den Mitteilungen des österreichischen Fischereivereins Nr. 1 pag. 9 angeregt worden. Von Heckel, Siebold und anderen Autoren wurde dieser Coregone bisher für Coreg. Wartmanni gehalten; er steht in der That dem Blaufelchen äußerst nahe, unterscheidet sich aber von ihm in biologischer Beziehung sehr auffallend. Nach Danner (Mitteilungen des österr. Fischereivereins. VI, Nr. 22) sammeln sich die Rheinanken beim Beginn der Laichzeit an dem rechten, steinigen Ufer des Sees, ziehen zur Nachtzeit schaarenweise an die Mündung der Traun und weite Strecken in dem Flusse aufwärts, um darin ihre Eier abzusetzen, worauf sie gleich wieder in den See zurückkehren. Einige laichen im See selbst und zwar an den steinigen Uferstellen, wo Bäche sich in denselben ergießen. Die Mehrzahl der laichenden Fische hat ein Gewicht von ³/₄ Pfd., doch auch die kleinsten, 50 g schweren Exemplare haben reifen Rogen und Milch. Die Größe der mattgelben Eier ist je nach der Größe der Fische verschieden; der mittlere Durchmesser beträgt 1,5 mm. Inkubationsdauer bei 3 bis 4° R. 85 Tage; Dottersackperiode 16 bis 20 Tage; Größe der ausgeschlupften Fische 4 mm. Kann im Traunsee ein Gewicht von 7 Pfund erreichen, im Hallstädtersee von 2 Pfund; ist zählebig und bleibt wochenlang in Fischbehältern am Leben.

Die Bodenrenke, Coregonus fera Jur. (55), am Bodensee gewöhnlich Sand- oder Weißfelchen genannt. Günther (Catalogue of Fishes) und andere Autoren vereinigen die Bodenrenke mit der Madümaräne und der Wandermaräne (Ostseeschnäpel) zu einer Art Coreg. lavaretus L. Im Bodensee laicht dieser Fisch in der Regel 14 Tage früher als die Blaufelchen und zwar an flacheren Stellen des Sees, am liebsten an den sog. Halden auf steinigem Boden; im Genfer See (ob dieselbe Art?) erst gegen Ende Februar oder zu Anfang März auf großen Tiefen. Die Bodenrenke wird mit drei Jahren laichfähig und kann eine Länge von 40 cm und ein Gewicht bis zu 2 kg und darüber erreichen, wird aber gewöhnlich unter 1 Pfd. gefangen und namentlich vom Genfer See aus viel exportiert; sie ist dort der wichtigste und zugleich auch der häufigste Fisch, ge-

wissermaßen le poisson national dont on se montre fier devant les étrangers. Nach v. Siebold soll das Fleisch der Bodenrenken der bayerischen Seen (Würm- und Schliersee) und des Bodensees an Güte und Zartheit weit hinter dem der gemeinen Renke (Blaufelchen) zurückstehen. Im Untersee werden jährlich etwa 6—7000 Kilo Felchen (Sand-, Tiefe- und Weißfelchen) gefangen, deren Preis pro Kilo zwischen 1,40 und 2 Frks. schwankt.

Der Kilch oder Kropffelchen, Coregonus hiemalis Jur. lebt beständig in großer Tiefe und kommt auch zur Laichzeit nicht weit nach oben. Das Laichen geschieht im Genfer See in einer Tiefe von 30 m, im Boden- und Attersee 80 bis 100 m tief, im Bodensee von Ende September bis Ende Oktober, im Genfer- und Attersee im Dezember. Die gelblichen Eier sind 2 mm groß. Der Kilch wird mit 70 g laichreif und kann eine Länge von 35 cm und ein Gewicht von 250 g erreichen. Kommt auch im Wolfgangersee vor, geht dort aber als Rheinanke. Sein Fleisch ist zart und fein; gleich wohl wird er im Ganzen wenig geschätzt, da er beim Herausziehen aus großer Tiefe, wo er mit Setznetzen gefangen wird, infolge des abnehmenden Luftdrucks trommelsüchtig wird und ein auffallendes Aussehen erhält. Die Ausdehnung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft verursacht eine Verschiebung der Baucheingeweide und Ausdehnung der Bauchwände; wird schließlich die Luftblase gesprengt, so tritt die Luft in die Bauchhöhle und dehnt die Bauchwandung noch mehr kropfartig aus; daher auch der Name Kropffelchen oder Kröpfling.

Auf die übrigen nordalpinen Coregonen als: Pfäffikoner Albuli (Coreg. Sulzeri Nüsslin) Blaling und Hägling des Zürichsees, Ballen oder Balchen des Halwylersees, Balchen des Zugersees, Riedling des Traunsees, Rheinanke des Attersees &c., die zum Teil auf fera, zum Teil auf Wartmanni bezogen werden, aber doch in mancher Hinsicht davon abweichen, gehen wir hier nicht weiter ein.

Ausländische Salmoniden,

deren Einbürgerung in Deutschland versucht worden ist bezw. noch versucht wird.

Der kalifornische Lachs, Oncorrhynchus chouicha Jord. et Gilb., Quinnat Salmon (Salmo quinnat Rich.). Von unserm Lachs am leichtesten durch den größern Kopf und die längere Afterflosse zu unterscheiden, welche beim Kalifornier 16, bei unserm nur 11 Strahlen hat; außerdem sind Rücken und Schwanzflosse meist dicht mit runden oder rhomboidalen Flecken besetzt. Lebt an der Westküste der Vereinigten Staaten von Monterey Bay bis zur Beringsstraße und steigt im Sakramento, Kolumbia und anderen Flüssen zum Laichen auf. Die Laichzeit fällt in die Monate August und September. Da er demnach eine höhere Wassertemperatur verträgt als unser europäischer Lachs, so lag es nahe, ihn in der Donau zu akklimatisieren und sind denn auch zu diesem Zwecke durch den deutschen Fischereiverein von 1877 bis 1882 fast eine halbe Million künstlich erbrüteter Lachsfischchen dem Donaugebiet auf der Strecke von Sigmaringen bis Ungarn zugeführt worden. Ob der Versuch als gescheitert zu betrachten ist, läßt sich noch nicht mit Gewißheit behaupten. Ebenso wenig läßt sich auch jetzt schon ein Urteil darüber abgeben, ob die Versuche, den Lachs in Bassins oder Teichen bis zur Geschlechtsreife und darüber hinaus aufzuziehen und so im süßen Wasser weiter zu züchten, nur ein rein physiologisches Interesse haben oder auch für die Fischzucht selbst von praktischer Bedeutung sein werden. Auffallender Weise sind diese Versuche mit dem Kalifornier eher geglückt, als mit unserm heimischen Lachs. In der Fischzuchtanstalt in Radolfszell sind die Kalifornier mit dem vierten Jahre laichreif geworden, wenigstens hat man dort von 4 Jahre alten aus dem Ei erzogenen Fischen 23 000 Eier gewonnen und künstlich befruchtet, und in Hüningen ist aus diesen Eiern Brut erzogen, die nichts zu wünschen übrig ließ. Die Mutterfische sind jedoch nach erfolgter Laichabnahme binnen kurzer Zeit gestorben, und es ist wohl kein einziger dieser Lachse zum zweiten male zur Fortpflanzung verwendet worden. Im Aqua-

rium des Trocadéro zu Paris werden seit 1878 mit gutem Erfolg kalifornische Lachse gezüchtet. Sie sind dort ebenfalls zu Ende des vierten Jahres fortpflanzungsfähig geworden; einzelne zwar schon im dritten Jahre, indessen ergab die künstliche Befruchtung kein Resultat. Im Oktober 1885 wurden 80000 befruchtete Eier gewonnen. Die Lachse haben im süßen Wasser des Aquariums ein Gewicht von 8 bis 10 kg erreicht.

Der amerikanische Binnenseelachs, Trutta salar subspecies sebago Girard, Land-locked Salmon. Lebt im Saint Croix River und in den Seen von Maine (Nordamerika). Diese Seen sind von flachem Land umgeben. Der Sebagosee liegt in einer flachen sandigen Gegend und um den Großensee in der Schoodic-Kette erhebt sich wohl kein Hügel mehr als 600 Fuß über die Seefläche. In den Schoodicseen erreicht dieser Lachs, der als eine nicht zum Meere wandernde Unterart des atlantischen Lachses zu betrachten ist, ein Gewicht von 5 und ausnahmsweise von 10 Pfd., in dem Sebagosee von 12, selten von 18 oder 20 Pfd. Er laicht im November in fließendem Wasser und geht zu diesem Zweck in die Zu- und Abflüsse der Seen, letztere an manchen Seen bevorzugend. Seit 1881 sind zu wiederholten malen angebrütete Eier nach Deutschland gekommen und durch den deutschen Fischereiverein an verschiedene Fischzuchtanstalten verteilt. In Bayern (Starnbergersee) wird ein Erfolg der Züchtung für wahrscheinlich gehalten, ebenso in Teichen der Erzherzoglichen Fischzuchtanstalt im Forstreviere Weichsel (österr. Schlesien).

Der Bachsaibling, Salmo fontinalis Mitchill. Brook trout. Ist in den Flüssen und Seen von Britisch Amerika, sowie des nördlichen Teiles der Vereinigten Staaten und der Apalachen-Kette zu Hause. Laicht von Oktober bis Dezember und bettet die Eier, ähnlich wie die Forelle, an flachen, kiesigen Stromstellen in Gruben. Die Eier haben je nach Alter und Größe des Fisches einen Durchmesser von 3,4 bis 4,5 mm. Inkubationsdauer bei 8° R. 50, bei 5,5° 73 Tage. In Bächen bleibt dieser, namentlich an den oberen Körperseiten schön rot und rötlichgelb gefleckte, saiblingsartige Fisch meist klein, unter ½ Pfd. In Flüssen und Seen erreicht er oft ein Gewicht von 3 Pfd. und in großen Seen, wo die Verhältnisse für ihn besonders günstig sind, von 6 bis 7, selten von 10 Pfd. Ist in Deutschland seit 1879 eingeführt und gedeiht in den subalpinen und alpinen Bächen von Oberbayern gut; ebenso in Thüringen in der Schwarza. In Teichen sehr gefräßig und dabei schnellwüchsig, aber, wie es scheint, von weichlicher Natur, besonders gegen Erwärmung des Wassers empfindlicher als die Forelle und leicht von Schimmelpilzen leidend. Die Männchen werden oft schon im ersten Herbst fortpflanzungsfähig; die Weibchen zum Teil im zweiten Herbst mit etwa 240 bis 260 g Gewicht, zum Teil aber erst im Laufe des dritten Jahres. Nach der Laichentnahme ist häufig große Sterblichkeit eingetreten.

Die Regenbogenforelle, Trutta iridea Gibbons, Rainbow trout. Hat den Namen von ihrer Färbung. Die obere Partie des Kopfes und des Körpers ist mit vielen schwarzen Flecken bedeckt, die Seiten des Körpers sind silbergrau und vom Munde bis zum Schwanze läuft ein breites rotes oder regenbogenfarbiges Band, das sich indessen erst mit einjährigem Alter entwickeln soll. Lebt in den kalifornischen Flüssen an der Westseite der Sierra Nevada. Laicht am Mc Cloudriver von Mitte Januar bis Mai; in die östlichen Vereinigten Staaten übergeführt, hat sich die Laichzeit früher eingestellt (von Mitte Dezember bis Ende März). Die blaßgelben oder lachsroten Eier sind 5 mm groß. Inkubationsdauer bei 9,8° R. 26 Tage; die Augen wurden nach 11 bis 12 Tagen sichtbar. Gegen Wärme des Wassers weniger empfindlich als die Forelle und schnellwüchsiger; wird im dritten Jahre 48 bis 56 cm lang und bis 3 Pfd. schwer. In Teichen erreicht sie ein Gewicht von 10 bis 12 Pfd.; in fließenden Gewässern gewöhnlich bis 4 Pfd. Seit 1882 in Deutschland eingeführt.

Die amerikanische Maräne, Coregonus clupeiformis Mitch. (Coreg. albus). Common whitefish. Ein unserer Wandermaräne ähnlicher Fisch der großen Süßwasserseen von Nordamerika und dort als Nahrungsmittel von größter Bedeutung. Laichzeit im November und Anfang Dezember. Ein Rogener von zwei Pfd. hat durchschnittlich 20 000 Eier, welche bei ihrem Austritt aus dem Körper etwa 0,9 mm und nach der Aufnahme von Wasser 3,1 mm messen. Bezüglich ihrer Klebrigkeit und allmählichen Erhärtung verhalten sie sich ganz ähnlich, wie dies bei der Madümaräne angegeben ist. Je nach der Jahreszeit und Witterung ist der Aufenthalt der amerikanischen Maräne in den Seen ein verschiedener; zur Laichzeit kommen sie an flachere Uferstellen und lassen unter lebhaften Sprüngen an der Oberfläche die Eier ins Wasser sinken, meist auf 15 bis 18 m Tiefe. Sie können ein Gewicht von 10 bis 12 kg erreichen, werden aber an vielen Seestellen nur 2 bis 4 Pfd. schwer gefangen. Seit 1881 in Deutschland eingeführt.

Außer den vorstehenden Arten, für welche bereits in Bayern behufs Ermöglichung und Förderung der Einbürgerung der nötige und dienliche Schutz durch Minimalmaß- und Schonzeitbestimmungen in der neuen Landesfischereiordnung vom 4. Oktober 1884 vorgesehen ist, sind in den letzten Jahren noch embryonierte Eier von folgenden 3 Salmoniden nach Deutschland importiert worden.

Die amerikanische Seeforelle, Salmo namaycush Walbaum, Lake trout. Eine zur Saiblingsgruppe gerechnete, in den großen Seen, sowie in den Seen von Nord-Newyork, New-Hampshire und Maine heimische Art, die ziemlich groß und schwer wird und sich vorzüglich für Seen mit kaltem Wasser eignen soll.

Die Garda-Seeforelle, Trutta carpio L., Carpione der Italiener. Wahrscheinlich nur eine südliche und angeblich auf den Gardasee beschränkte Form von Trutta lacustris, mit ungefleckten Flossen, spärlich verteilten kleinen schwarzen Flecken am Kopf und den oberen Körperseiten und größeren Schuppen jederseits am Vorderbauch. Sie wird bis 40 cm lang und ist als feiner Tafelfisch hochgeschätzt. Fischzuchtanstalt in Torbole am Gardasee.

Die Levensee-Forelle, Trutta levenensis Walker, Loch Leven trout. Ein wegen des Wohlgeschmacks ihres roten, zarten Fleisches im besonderen Rufe stehende Forellenform des Loch Leven und einiger anderer Seen Südschottlands und Nordenglands. Sie geht zur Laichzeit Ende September oder Anfang Oktober in die Zuflüsse des Loch Leven. Ihre Aufzucht in Teichen mit hinreichendem Wasserwechsel hat in der Forellenfarm Howietown (Schottland) vorzügliche Resultate ergeben.

2. Cypriniden, karpfenartige Fische.

Der Karpfen, Cyprinus carpio L. (14). Laicht während der Monate Mai und Juni, auch wohl im Juli und Anfang August. Bevor die Wassertemperatur nicht 16° R. erreicht hat, schreiten die Karpfen nicht zum Laichgeschäft, welches an flachen, reich mit Pflanzenwuchs versehenen Stellen unter Sprüngen und Plätschern der das Weibchen umgebenden Männchen vor sich geht. Die Eier, deren Anzahl sich pro Pfd. des Körpergewichts auf ca. 100 000 beläuft, werden in Zwischenräumen, je nach der Beschaffenheit der Witterung, im Laufe von Tagen und Wochen abgegeben. Sie kleben an Blättern, Stengeln u. s. w. fest und kommen bei 16° R. in 6—7 Tagen, bei höherer Temperatur schon in 48 bis 72 Stunden aus. Entwickelung und Wachstum der jungen Fische je nach der Wassertemperatur, Bodenbeschaffenheit und den Nahrungsverhältnissen sehr verschieden. Dem gewöhnlichen Wachstumgange in den ersten 5 Jahren entsprechen ungefähr folgende Ziffern: erstes Jahr 8 bis 16, zweites 70 bis 250, drittes 250 bis 625, viertes 750 bis 1250, fünftes 1200 bis 1800 Gramm. Hat der Karpfen ein Alter von 5 bis 7 Jahren und bezw. ein Gewicht von 2 bis 5 kg erreicht, wird sein Längenwachstum geringer, er geht

dann mehr in die Breite und Höhe; die Länge steht demnach in keinem konstanten Verhältnis zum Gewicht. Bei 20 bis 30 cm Länge ist er etwa 150 bis 525 g; bei 30 bis 40 cm 525 bis 1250 g; bei 50 cm 2,4 und bei 60 cm 4 kg und darüber schwer. Er kann eine Länge von 1,5 m und ein Gewicht von 30 kg erreichen. So lange die Wassertemperatur im Laufe des Jahres sich nicht über 7° R. erhebt, frißt und wächst er nicht. Der jährliche Zuwachs ist daher im wesentlichen auf die Monate Mai bis Oktober beschränkt und fallen nach den Angaben von Hessel 13 Prozent desselben auf den Monat Mai, 31 auf den Juni, 34 auf den Juli, 18 auf den August und 4 auf den September. Ein warmes Frühjahr und ein langer milder Herbst vergrößern selbstverständlich nicht allein die Prozentsätze für Mai und September, sondern den Zuwachs überhaupt und namentlich denjenigen der Brut. Während der kalten Jahreszeit ist er sehr träge und mit eintretendem Frostwetter wühlt er sich in den Schlamm, um eine Art Winterschlaf zu halten. In Behältern (Hütfässern) verliert er vom Oktober bis März außer 3 bis 5% an Gewicht nichts von seiner Güte. Außer in Teichen, findet er sich auch in vielen Seen und in langsam fließenden Gewässern, pflanzt sich hier aber, wenn nicht besonders günstige Umstände vorhanden sind (gute Laichplätze, Altwasser, tote Arme, wenig Raubfische rc.) nur in sehr geringem Maßstabe fort; seine Brut kommt nicht auf. Die Erhaltung und Vermehrung in geeigneten, freien Gewässern muß daher durch Einsetzen von Streckfischen erfolgen.

Von den vielen Varietäten, welche in Teichen gezüchtet werden, sind besonders hervorzuheben der Spiegel- und der Lederkarpfen. Der erstere zeichnet sich durch auffallend große metallglänzende Schuppen aus, die gewöhnlich in zwei Reihen, eine am Rücken und die andere auf der Seitenlinie stehen und zwischen sich einen breiten nackten Hautstreifen lassen. Der Bauch ist unregelmäßig mit zerstreuten kleinern Schuppen besetzt, die unbeschuppten Stellen sind gelb. Der Lederkarpfen ist schuppenlos und hat eine braune, lederartige, glänzende Haut. Beide Varietäten sollen im allgemeinen weniger gut züchten, als der gewöhnliche Schuppenkarpfen, stehen aber als Tafelfische in höherem Ansehen; sie sind außerdem transportfähiger, weil gegen Verwundung weniger empfindlich als der Schuppenkarpfen. Ein Erzeugnis schlechter Teichwirtschaft ist der Karauschkarpfen, das Karpf-Gareisl, Häverling, Carpio Kollarii Heck., in Frankreich Carreau, auch Carpe blanche genannt. Er ist ein Bastard zwischen Karpfen und Karausche und wird gewöhnlich nur 20 bis 40 cm lang und bis 2½ Pfd. schwer. Der Körper ist zusammengedrückt und hochrückig, die Lippen schmächtig und die Bartfäden sehr dünn und kurz, zuweilen ganz fehlend. Schlundzähne ein- oder zweireihig, gewöhnlich 1. 4—4. 1 oder 3—3. In Frankreich, Belgien, Holland, auch Deutschland und Oesterreich bis zur Krim in Teichen und auch in manchen freien Gewässern verbreitet.

Die Schleie, Tinca vulgaris Cuv. (16). Laichzeit von Mitte Mai bis August, Juni jedoch der Hauptmonat. Ein Rogener von 1 Pfd. hat 300000 Eier. Diese werden auf flachen bewachsenen Stellen zwischen Wasserpflanzen (Laichkräutern) abgelegt und kleben an deren Blättern und Stengeln fest. Inkubationsdauer bei 18 bis 20° R. Wassertemperatur 5 bis 6 Tage; tritt kühleres Wetter ein und wird dadurch die embryonale Entwickelung über 10 bis 12 Tage verlangsamt, so gehen die meisten Eier an Schimmelpilzen zu Grunde. Die eben ausgeschlüpften Fischchen sind 3 mm lang und verlieren ihre Dotterblase in wenigen Tagen. Wachstum unter günstigen Umständen hinter demjenigen des Karpfen kaum zurückbleibend, doch selten bis 60 cm lang und über 8 Pfd. schwer, gewöhnlich 22 bis 36 cm und 1 bis 2 Pfd. schwer. Mit Ende des zweiten Jahres fortpflanzungsfähig; die Männchen in der Regel etwas kleiner als die Weibchen und an einer Auftreibung am Grunde der Bauchflossen, sowie an dem stärkern ersten großen Strahl der Bauchflossen kenntlich. Lebt meist am Grunde und nur auf Schlammboden, den sie nach

Nahrung durchwühlt. Den Winter über verfällt sie, tief im Schlamme vergraben, in einen lethargischen Zustand. Im Sommer, wenn bei anhaltender Dürre die Sümpfe, Tümpel und Kuhlen, in welchen sie sich aufhält, trocken werden, kann sie lange im feuchten Schlamm aushalten und in Wasser leben, worin andere Fische sterben. Wie der Karpfen läßt sie sich ohne Wasser, nur in feuchtes Moos oder Stroh geschlagen, auf weite Strecken transportieren und bei öfterer Anfeuchtung mehrere Tage lebend erhalten. Sie steht im Preise dem Karpfen gleich und ist daher nächst diesem der wichtigste Teichfisch unter den Cypriniden. In Seen, welche keinen schlammigen oder moorigen bezw. weichen Grund haben, gedeiht sie nicht; in Flüssen kommt sie in der Regel nur in Altwassern oder in ruhigen Buchten vor.

Die Karausche, Carassius vulgaris Nordm. In Körperform sehr veränderlich die kurze sehr hochrückige Form wird allgemein als Karausche, die mehr gestreckte, niedrigere, welche sich auch durch größeren Kopf auszeichnet, als Giebel bezeichnet. In Schweden, wo zuerst Eckström nachgewiesen hat, daß beide Formen in einander übergehen, wird die erstere Seekarausche, die letztere Teichkarausche genannt. Laichzeit im Mai und Juni; die älteren Fische laichen früher, die jüngeren später. Ein mittelgroßer Rogener hat gegen 150 000 Eier, welche unter Plätschern auf flachen bewachsenen Stellen an Wasserpflanzen abgesetzt werden. Inkubationsdauer wie beim Karpfen. Wachstum langsam und bei großer Vermehrung in kleinen Gewässern durch bald eintretenden Nahrungsmangel beschränkt. Teichkarauschen werden gewöhnlich nur 10 bis 15 cm lang, während die Seekarauschen eine Länge von 35 cm und ein Gewicht von 5 Pfd. erreichen können, meistens aber nur 15 bis 25 cm lang und 1/3 bis 1 3/4 Pfd. schwer werden. Die Fortpflanzungsfähigkeit tritt im dritten Frühling, also mit zweijährigem Alter ein. Lebenszähigkeit wie bei der Schleie. Vorkommen an stehendes Wasser mit weichem Grund gebunden, thonigschlammigen Boden bevorzugend; nimmt jedoch mit den kleinsten Tümpeln und Lachen vorlieb. In nahrungsreiche Teiche gesetzt, wachsen sie zu guten Tafelfischen heran, die per Pfd. mit 1 Mark bezahlt werden. Das weiße Fleisch ist sehr wohlschmeckend, leider aber sehr grätig. In der Schweiz kommt die Karausche nicht vor.

Der Brachsen oder Blei, Abramis brama L. (32). Zur Laichzeit, von Ende April bis Ende Juni, ziehen die Brachsen aus dem tieferen Wasser schaarenweise nach den Laichplätzen in stille vegetationsreiche Buchten der Seen und Flüsse; im Unterlauf der Nordseeflüsse aus dem Ebbe- und Flutgebiet in die Seitengewässer oder weiter nach oben aufsteigend. Die älteren Fische laichen zuerst, die jüngeren zuletzt. Unter lautem Geplätscher werden die klebenden Eier zwischen Gras, Schilf, Schachtelhalm und anderen Wasserpflanzen abgesetzt. Ein Rogener von 6 Pfd. hat nach Bloch etwa 137 000 Eier. Inkubationsdauer je nach der Witterung 7 bis 21 Tage. Wachstum je nach den Nahrungsverhältnissen; bei 34 cm Länge etwa 3/4 Pfd., bei 45 cm ca. 2 Pfd. und bei 58 cm 9 1/2 Pfd. schwer; kann aber eine Länge von 80 cm und ein Gewicht von 20 Pfd. erreichen. Wird zu Ende des dritten Jahres fortpflanzungsfähig. Die Männchen bekommen zur Laichzeit an Kopf, Rücken und Seiten weiße kegelförmige Knötchen (Dorn- oder Perlbrachsen). Lebt gesellig in Seen und langsam fließenden Gewässern mit schlammigem Grunde, wühlt gern, namentlich auf pflanzenbedecktem Boden und lebt von Gewürm, Kerbtieren und vegetabilischen Stoffen. Sein weißes Fleisch ist im Herbst und Winter sehr wohlschmeckend. Von großer wirtschaftlicher Bedeutung besonders in ganz Norddeutschland, namentlich in den Seen, wo er vorzugsweise im Winter mit großen Zugnetzen unter dem Eise gefischt wird. Jüngere Brachsen werden sehr häufig mit der folgenden Art dem Halbbrachsen verwechselt.

Der Gieben, Güster oder Halbbrachsen, Blicca björkna L. (36). Laicht in der Regel um dieselbe Zeit und an gleichen Stellen, wie der Brachsen. Ein Rogener

von 125 g enthielt nach Bloch 108 000 Eier. Wird schon bei 10 bis 12 cm Länge fortpflanzungsfähig, erreicht aber nur eine Größe von 30 bis 32 cm und ein Gewicht von 1 bis 1¼ Pfd. Ist in allen Seen und langsam ziehenden Flüssen und Flußstellen mit schlammig-sandigem Grunde verbreitet. Als Speisefisch zwar wenig geschätzt, zumal wenn er, wie gewöhnlich, nur ¼ Pfund schwer ist, doch viel benutzt, da er sich den ganzen Sommer über leicht an der Angel fängt. Als Futterfisch für Hecht, Barsch, Zander u. s. w. von Bedeutung.

Die Zärthe, Abramis vimba L. (33). Im Ems-, Weser- und Elbgebiet allgemein Nase (Nese) genannt, im Donaugebiet Blaunase; fehlt im Rheingebiet. In einigen oberbairischen und österreichischen Seen kommt eine kurz- und stumpfschnauzige Form, der Seerüßling (A. melanops Heck.) vor. Zur Laichzeit, Mai und Anfang Juni verläßt die Zärthe das tiefere Wasser und wandert schaarenweise stromaufwärts nach Kies- und Steinbänken, über welche eine frische Strömung geht, um hier dicht gedrängt und sich an den Steinen reibend ihre klebenden Eier abzusetzen. Ein Rogener von 1½ Pfd., den Bloch untersuchte, hatte ca. 28 500 Eier. Inkubationsdauer 6 bis 14 Tage. Nach der Laichzeit ziehen sich die Zärthen wieder in tiefere, ruhige Flußstrecken zurück und suchen hier am Grunde und längs der Ufer ihre Nahrung (Würmer, Schnecken, Crustaceen, Insekten und wahrscheinlich auch vegetabilische Stoffe). Gewöhnliche Größe 22 bis 30 cm mit einem Gewicht von ¼ bis 1 Pfd.; soll aber (in Schweden) eine Länge von 50 cm und ein Gewicht von 6 Pfd. erreichen können. Besondere Erwähnung verdient noch das Hochzeitskleid dieses Fisches, welches mit Eintritt der Laichzeit allmählich zum Vorschein kommt, und in manchen Gegenden zu der Bezeichnung „Schornsteinfeger“ und „Schwarznasen“ Veranlassung gegeben hat. Die ganze Oberseite bis unter die Seitenlinie herab ist dann tief schwarz mit einem eigentümlichen Seidenglanz auf den Schuppen; Lippen, Kehle, Brust dagegen, sowie die Bauchkante und ein schmaler Strich unterhalb des Schwanzes intensiv orangegelb. Die Männchen haben dann außerdem noch am Kopfe, an den Rändern der Schuppen und auf der Innenfläche der paarigen Flossen viele winzig kleine körnchenartige Erhöhungen. — Als Speisefisch wird die Zärthe von den besser situierten Klassen wenig geachtet; sie zählt im lokalen Marktverkehr zu der Kategorie „Weißfische“ bezw. „Backfische“; gleichwohl ist sie wegen ihrer Häufigkeit und namentlich da, wo sie zeitweise in größeren Massen gefangen wird (Kurisches Haff, Memeldelta, Unterweser, Unterelbe ꝛc.) für die Alimentation der Bevölkerung von Wichtigkeit. Am Kurischen Haff wird sie gewöhnlich per Schock zu 5 bis 6 Mark; an der Unterelbe per Stiege zu 3 bis 4½ Mark verkauft.

Die Nase, Chondrostoma nasus L. (30). Mit der Zärthe vielfach verwechselt und daher über ihr Vorkommen in manchen Flußgebieten noch Unsicherheit herrschend. Im Ems- und Wesergebiet fehlt sie; in der Elbe kommt sie weder in Böhmen noch in Sachsen vor und für den übrigen Teil dieses Flußgebietes ist sie zweifelhaft; in der Oder soll sie häufig sein; in den ost- und westpreußischen Flüssen nach Benecke selten. Im Rhein- und Donaugebiet ist dagegen die Nase (Makrele in Rheinland und Westfalen) ein allbekannter Fisch. Sie bevölkert hier einen großen Teil der Flüsse und Seen und steigt zur Laichzeit, welche in die Monate April und Mai fällt, schaarenweise in die kleinen Flüsse, um hier auf Kies- und Steinbänken in frischer Strömung dicht gedrängt und unter vielen Sprüngen und Geräusch ihren klebenden Laich abzusetzen. In manchen Gegenden z. B. in der Wertach bei Augsburg, gibt dies Gelegenheit, den Nasenfang derart zu betreiben, daß alljährlich innerhalb 2 bis 3 Wochen über 300 Ctn. und darüber gefangen werden (v. Siebold). Nach A. de la Fontaine, Faune du pays de Luxembourg, 1872, wurden in der Sauer an der Brücke von Ettelbrück in einem Nachmittage mit sechs Wurfnetzen 1400 Pfd. gefangen. Sie steigt in den kleinen Flüssen nur wenig höher als die Barbe und meidet die kalten Bäche. Ein Rogener, den Bloch untersuchte, hatte nur 7900 Eier,

Benecke gibt 50 bis 100000 an. Die Jungen schlüpfen nach 14 Tagen aus und ziehen bald den Flüssen zu. Auch hier lebt die Nase gesellig und weidet mit ihren scharfen und harten Kieferrändern Wasseralgen und was sonst Steine, Pfähle u. s. w. im Wasser überzieht, als ihre Hauptnahrung ab. Sie wird selten bis 50 cm lang und bis 4 Pfd. schwer. Bei einer Länge von 34 bis 39 cm hat sie durchschnittlich ein Gewicht von 480 bis 530 g, bei 42 bis 43 cm von 2 bis 3 Pfd. Ihr grätenreiches, süßliches Fleisch steht in keiner besonderen Achtung, dennoch bildet es keine unwichtige Speise für den gemeinen Mann und, wie Professor Klunzinger aus Württemberg berichtet, — für den Juden. „Die Nase und die Barbe ziehen bei uns die Juden auf dem Lande allen andern Fischen vor; zur Zeit der jüdischen Feiertage im September befassen sich die Fischer bei Heilbronn fast ausschließlich mit dem Fange dieser Fische und auch sonst sind diese ihnen die Brotfische, die sich immer fangen und an die Juden absetzen lassen.“ Das Pfd. kostet in Heilbronn 25, in Stuttgart 30—40 Pfg. Aehnlich ist die wirtschaftliche Bedeutung dieses Fisches in anderen Gegenden des Rheingebietes. Die Nase, mit der Barbe und dem Döbel, sagt de la Fontaine, ist die Basis unserer Flußfischerei.

Die Barbe, Barbus fluviatilis Agassiz (17). Laicht während der Monate Mai und Juni schaarenweise auf Stein- und Kiesbänken in starker Strömung. Die gelblichen Eier, deren Bloch in einem Rogener von 2½ Pfd. 8025 zählte, kleben an den Steinen fest. Inkubationsdauer 6 bis 20 Tage; Dottersackperiode 8 bis 12 Tage. Wachstum langsam, in südlicheren Gegenden schneller. Hat bei 21 cm Länge ein Gewicht von 95, bei 24 cm von 125 g; bei 28 bis 38 cm von ½ bis 1 Pfd. Wird nach Bloch erst im 4. oder 5. Jahre fortpflanzungsfähig, doch hat Günther schon bei Männchen von 20 bis 25 cm Länge reife Milch gefunden. Sucht ihre Nahrung am Grunde und verschmäht auch faulende Kadaver und vegetabilische Substanzen nicht. Kann ein Gewicht von 4 bis 6, ja unter günstigen Umständen von 12 kg erreichen. Den Winter über liegt sie, meist zu mehreren vereinigt, in einem schlafähnlichen Zustande auf tieferen Stellen des Flußbettes. Bei klarem und offenem Wasser kann sie dann leicht mit Hamen u. s. w. gefangen werden. Der Genuß des Rogens zur Laichzeit hat vielfach Erbrechen und Durchfall verursacht; auch die Leber wird für verdächtig gehalten. Das Fleisch ist wohlschmeckend und wird allgemein dem der „Weißfische“ vorgezogen. In vielen Gegenden von ganz Mitteleuropa ist es der gemeinste Tafelfisch, der in größeren Städten, zumal im Winter mit 60 bis 80, auf dem Lande gewöhnlich mit 30 bis 40 Pfennig per Pfd. bezahlt wird.

Der Döbel, Squalius cephalus L. (26). Führt im Volksmunde die verschiedensten Namen: Aitel und Alet in Oesterreich, Bayern und Schweiz', Möne, Münne (vom franz. meunier) in Rheinland und Westfalen, Schuppfisch, Schuppert in Württemberg und Hessen, Kühling an der Weser, Döbel, Diebel und Dickkopf im übrigen Deutschland. Laicht von Mitte Mai bis Mitte Juni schaarenweise auf Kies- und Steinbänken in frischer Strömung. Das Laichgeschäft, welches unter Springen, gegenseitigem Drängen und Reiben vor sich geht, dauert nur wenige Stunden. Ein Rogener von 3 Pfd. hat nach Bloch etwa 68000 Eier, jüngere Fische nach Lunel nur 25 bis 35000. Die Eier kleben an den Steinen fest und kommen bei günstiger Witterung nach 6 bis 8 Tagen aus. Die Brut erreicht bis zum Herbst eine Länge von höchstens 8 bis 10 cm. Im zweiten Jahre ist das Wachstum rascher und nimmt darauf weniger die Körperlänge zu als die Höhe und Breite. Ein Döbel von 32 cm Länge wiegt durchschnittlich ¾ Pfd.; mit ½ Pfd. wird er fortpflanzungsfähig, die Männchen zu Ende des zweiten, die Weibchen zu Ende des dritten Jahres. Er kann eine Größe von 60 bis 65 cm und ein Gewicht bis zu 9 Pfd. erreichen. Ein äußerst gefräßiger Allesfresser mit vorwiegender Raubfischnatur; er frißt grüne Pflanzen, Früchte, Gewürm, Insekten, kleine Fische, Krebse, Frösche und was er sonst erlangen kann. Seine Raubfischnatur entwickelt sich um so mehr, je größer und stärker er wird. Als

Speisefisch steht er etwa auf gleicher Stufe mit der Nase und ist bei seiner Häufigkeit wie diese ein wichtiger Konsumartikel für einen großen Teil der Bevölkerung. Das Pfund wird gewöhnlich mit 20 bis 25, in größeren Städten mit 35 bis 50 Pfennigen bezahlt.

Der Häsling, Squalius leuciscus. L. (27). Wird häufig mit jüngeren Döbeln verwechselt, doch leicht durch die mehr gestreckte und seitlich zusammengedrückte Körperform unterschieden, so wie durch die kleine, wenig schiefe Mundspalte, die von der bald mehr, bald weniger stumpfen oder zugespitzten Schnauze überragt wird. Laicht etwas früher als der Döbel, im April und Mai auf Kies- und Steingrund in der Strömung. Ein Rogener von 27 cm Länge und ca. 300 g Gewicht, den Fatio untersuchte, hatte nur 17 402 Eier; sie sind größer als die des Döbels, haben fast 2 mm Durchmesser und kleben zwischen den Steinen fest. Inkubationsdauer 8 bis 10 Tage. Wachstum langsam und beschränkt, kaum über 30 cm Länge mit einem Gewicht von 3 bis 400 g hinausgehend; gewöhnlich nur 1/4 bis 1/2 Pfd. schwer. Als Speisefisch seiner geringen Größe und der vielen Gräten wegen wenig geachtet, dagegen in der Angelfischerei als Köderfisch sehr geschätzt und ebenso bei den Fischzüchtern als Futterfisch.

Die Plötze, Leuciscus rutilus L. (21). Laicht von Ende April bis Anfang Juni schaarenweise auf flachen Uferstellen in Flüssen und Seen. Die sehr kleinen, grünlichen, stark klebenden Eier werden an Wasserpflanzen, seltener auf Steinen abgesetzt. Ein Rogener von 19 cm hat etwa 15 000 Eier, bei größeren Fischen sind über 84 000 gezählt. Inkubationsdauer 7 bis 14 Tage. Wachstum nicht sehr rasch und gewöhnlich nicht über 36 cm Länge und 4 bis 500 g Schwere hinausgehend. Lebt gesellig und ist einer der gemeinsten Fische in Flüssen und Seen von ganz Mitteleuropa. Soll schon bei einer Größe von 10 bis 15 cm fortpflanzungsfähig werden. Die Männchen bekommen dann während der Laichzeit einen Hautausschlag in Form von kleinen weißen, hartanzufühlenden Warzen (Stachelplötze). Als Tafelfleisch nicht geachtet, doch wegen seiner Häufigkeit als billiges Nahrungsmittel wirtschaftlich sehr beachtenswert. Größere Plötzen erzielen in Süddeutschland immerhin einen Preis bis zu 50 Pfg. per Pfd., während in Norddeutschland, wo dieser Fisch in den Landseen und auch in den großen Küstengewässern der Ostsee vorzugsweise im Winter unter dem Eise gefischt wird, der Marktpreis pro Ztnr. je nach der Größe der Fische und des Fanges zwischen 6 und 22 Mark schwankt.

Die Rotfeder, Leuciscus erythrophthalmus L. (24). Führt in vielen Gegenden dieselben Lokalnamen wie die Plötze, mit der sie gewöhnlich verwechselt wird. Laicht von Ende April bis Juni mehr zerstreut als in größeren Schaaren und mitunter in Gesellschaft von Güster und Plötze, weshalb denn auch Kreuzungen mit diesen beiden Fischarten gar nicht selten sind. Setzt die etwa 1,5 mm großen gelblichen oder rötlichen Eier mit Zwischenpausen an Wasserpflanzen ab. Ein Rogener von 800 g, den Lunel untersuchte, hatte 82 000 Eier; Bloch fand dagegen bei einem solchen von nur 312 g Gewicht 91 720; Wachstum nicht sehr rasch und in der Regel über 30 bis 32 cm Länge mit einem Gewicht von 1 bis 1 1/2 Pfd. nicht hinausgehend, doch in einzelnen Gewässern bis 2 Pfd. und darüber erreichend. Bei 15 bis 16 cm Länge nur etwa 45 g wiegend, bei 26 bis 27 cm 230 g und bei 30 cm 1 Pfd. Lebt gesellig, liebt mehr ruhiges Wasser mit weichem Grund und hält sich je nach der Witterung bald mehr an der Oberfläche, bald mehr am Grunde auf. Ernährt sich, wie die meisten karpfenartigen Fische, von allerhand kleinem Getier und pflanzlichen Stoffen. Das Fleisch wird im allgemeinen noch weniger geschätzt als das der Plötze. Als Futterfisch für Hecht und andere Raubfische, sowie als Köder bei der Angelfischerei sehr brauchbar.

Der Aland, Idus melanotus Heck. (25), in Süddeutschland Nerfling oder Orfe genannt. Lebt in größeren Flüssen und Seen, aus denen er von Ende April bis Ende Mai schaarenweise in flachere Gewässer aufsteigt, um hier von pflanzenreichen Ufer-

strichen oder auch auf Kies- und Steingrund zu laichen. Das Laichgeschäft dauert drei bis 4 Tage, ein mittelgroßer Rogener setzt etwa 70000 Eier ab. Inkubation und Dottersackperiode nehmen je nach der Temperatur 2—3 Wochen in Anspruch. Die Jungen wachsen rasch und sind gegen Ende August gewöhnlich schon 6 cm groß; sie gehen im Herbst in größere Gewässer, in pflanzenreiche, seenartige Buchten und ziehen sich, wenn sie 2 Jahre alt sind, nach tieferen Strecken zurück. Die Fortpflanzungsfähigkeit tritt mit Ende des dritten Jahres ein. Gewöhnlich 30 bis 50 cm lang und 2 bis 3 Pfd. schwer, kann aber eine Länge von 80 cm und ein Gewicht von 16 Pfd. erreichen. Das Fleisch wird beim Kochen gelblich oder rötlich, ist wohlschmeckend, aber grätig. Die Goldorfe ist eine nach ihrer schönen Färbung benannte Varietät, die vielerwärts als Zierfisch für Garten- und Parkteiche gezüchtet wird. Sie wird auch als „Karpfenwächter" in Karpfenteichen gehalten. Hochgehend und ihre Nahrung gerne von der Oberfläche des Wassers wegnehmend bemerkt sie den über dem Weiher schwebenden Fischadler eher als der Karpfe und warnt diesen durch rechtzeitiges Entfliehen in die Tiefe (Jäckel).

Der Rapfen, Aspius rapax Agass. (37), in Süddeutschland Schied genannt. Lebt als gefräßiger Raubfisch ungesellig in größeren Seen und Flüssen. Laicht von Ende März bis Juni schaarenweise auf Kies- und Steingrund in der Strömung. Ein mittelgroßer Rogener hat ungefähr 200000 Eier. Inkubationsdauer 10 bis 16 Tage. Die Jungen wachsen rasch und werden schon im ersten Jahre bis 9 cm lang. Von gleich großen Lauben unterscheiden sie sich durch kleinere Schuppen (in der Seitenlinie stehen 10 mehr), durch die größere Mundspalte und durch die Goldfarbe der Iris. Wird 40 bis 80 cm lang und bis 20 Pfd. schwer. Seine Nahrung besteht vorwiegend aus kleineren Fischen. Das feste, aber grätenreiche Fleisch ist wohlschmeckend, soll indessen demjenigen von fetten Brachsen weit nachstehen. Die Verbreitung des Rapfen in Mitteleuropa ist eine östliche, sie beschränkt sich auf die Donau und Elbe und das östlich von der Elbe gelegene Seen-, Fluß- und Küstengebiet Norddeutschlands; im Rhein- und Emsgebiet wahrscheinlich ganz fehlend, ebenso im oberen Wesergebiet.

Der Ukelei oder Lauben, Alburnus lucidus Heck (38). Laicht von Anfang Mai bis Mitte Juli in großen Schwärmen auf Kies- und Sandboden oder auf Wasserpflanzen in unmittelbarer Nähe des Ufers und der Wasseroberfläche. Hält sich auch sonst gern jagend und spielend an der Oberfläche auf, namentlich an Einmündungen von Bächen und Kanälen. Inkubationsdauer bis 6 Tage. Die Jungen erreichen im ersten Jahr eine Länge von 3 bis 4½, im zweiten Jahr von 8 bis 10 cm. Die Fortpflanzungsfähigkeit tritt zu Ende des zweiten bezw. zu Anfang des dritten Jahres ein. Anzahl der Eier 30 bis 60000. Mittlere Größe der Erwachsenen 14 bis 19 cm mit einem Gew. von 17 bis 35 g. Obwohl als Nahrungsmittel wenig geachtet, wird er doch in manchen Gegenden frisch gebacken oder mariniert viel konsumiert. Das Sammeln seiner Schuppen zur Gewinnung der Essence d'Orient, welche zur Fabrikation der unächten oder Pariser Perlen (Bourguignons) gebraucht wird, beschäftigt an vielen Orten Deutschlands und Frankreichs zeitweise eine große Anzahl von Personen. Zu einem kg Essenz sind die Schuppen von ca. 40000 Ukeleis erforderlich. Das Kilo Schuppen wird in Paris mit 20 bis 30 Frks. bezahlt. Auch als Futter- und Köderfisch findet der Ukelei vielfach Verwendung.

Die Blecke, Alburnus bipunctatus L. (40). Wie die vorige Art, mit der sie in manchen Gegenden den Namen Schneider und Weißfisch gemeinsam führt, fast in allen Seen und Flüssen verbreitet. Laichzeit von Ende April bis Anfang Juli, gewöhnlich im Mai. Die verhältnismäßig großen Eier werden auf Steinen in der Strömung abgesetzt. Fatio (Faune de la Suisse) fand in den Ovarien von zwei im Mai gefangenen Weibchen nur etwa 1860 bezw. 1915 Eier zur Ablage reif; während diese einen Durchmesser von 2 mm hatten, waren die übrigen unreifen nur ⅓ mm groß. Inkubationsdauer

etwa 8 Tage. Wird selten über 15 cm lang, gewöhnlich nur 10 bis 12 cm mit einem Gewicht von 10 g. Verwendung wie bei voriger Art.

Der Gründling, Gobio fluviatilis Cuv. (19), auch Grimpe, Gressling oder Gressen genannt. Findet sich in Flüssen, Seen, Bächen und Teichen, bevorzugt jedoch fließendes Wasser mit Stein-, Kies- und Sandgrund, ohne gerade thonigen oder schlammigen Boden zu meiden. Laichzeit von Ende April bis Ende Juni. Setzt seine fast 2 mm großen, etwas bläulichen Eier in längeren oder kürzeren Pausen in der Strömung auf Kies und Steinen ab. Man findet den Laich auch öfters an den zum Aalfange ausgelegten Weidenkörben. Inkubationsdauer 6 bis 8 Tage. Wächst ziemlich rasch und wird am Ende des zweiten Jahres, also im dritten Frühling fortpflanzungsfähig. Gewöhnliche Größe 10 bis 16 cm. Durchschnittlich gehen 15 bis 18 Stück auf ein Pfd. Maximalgröße 22 bis 24 cm mit ca. 50 g. Seine Nahrung, die er am Grunde sucht, besteht aus allerhand animalischen und vielleicht auch aus faulenden vegetabilischen Stoffen. Ist gegen Schmutz- und Kloakenwasser viel weniger empfindlich, als die übrigen Fische und daher für die behauptete Unschädlichkeit der Abfallwasser kein geeigneter Beweis- oder Probefisch; the gudgeons argument of the manufacturers (Buckland). Findet in vielen Orten seiner Kleinheit wegen keine Beachtung und wird dann nur als Futter- und Köderfisch benutzt. Sein Fleisch ist aber sehr wohlschmeckend: une friture de Goujons est reputée un mets délicieux de la Loire à la Tamise, de la Seine au Danube (Blanchard). In Württemberg kosten 100 Stück 3 bis 6 Mk., in Luxemburg das Kilo (30 Stück) 1,25 und in Paris 4,42 Frks.

Die Elritze, Phoxinus laevis Agass. (29). In kleinen Flüssen und Bächen durch ganz Nord- und Mitteleuropa bis zu einer Meereshöhe von 2000 m in den Alpen verbreitet. Laicht je nach den klimatischen Verhältnissen ihres Aufenthaltortes in der Zeit von Mitte April bis Ende Juli. Die klebenden, bis 1¼ mm großen Eier werden an flachen Stellen zwischen Steinen oder auf Kies und Sandgrund abgesetzt. Fruchtbarkeit im Verhältnis zu andern Cypriniden gering: Dr. Warnimonte zählte bei Rogenern von verschiedener Größe nur 700 bis 1000 Eier. Inkubationsdauer 12 bis 15 Tage. Wachstum relativ langsam: 1 Jahr alt, höchstens 3 cm lang. Fortpflanzungsfähig am Ende des zweiten Jahres. Maximalgröße 12 bis 13 cm mit einem Gewicht von 13—14 g; gewöhnlich nur 6—8 cm mit einem Gewicht von 5 bis 6 g. Lebt gesellig, schwimmt gern an der Oberfläche, ist lebhaft, neugierig und gefräßig. Ihre Nahrung besteht vorwiegend aus tierischen Stoffen. Trotz der Kleinheit in manchen Gegenden ein vielbegehrter Leckerbissen. In Rheinland und Westfalen, namentlich in den Flüssen Roer, Ahr, Ruhr und Lenne werden eine Menge kleiner Fische gefangen, welche mit Salzwasser abgekocht, unter dem Namen „Rümpchen", „Maipieren" oder „Gesäms" in den Handel gebracht werden (pro Pfd. 1 bis 1,20 Mk.). Unter dem Namen Rümpchen wird keine besondere Fischart verstanden, sondern nur kleine Fische, von denen man in erster Linie fordert, daß sie eine gewisse Größe, höchstens 4 cm nicht überschritten haben. Um dem Vorwurfe zu entgehen, daß durch das massenhafte Wegfangen solcher kleinen Fische der Fischbestand der Flüsse gefährdet würde, gebraucht man die Ausrede, daß es sich beim Rümpfchenfang nur um die Elritze handle, für welche ein Minimalmaß nicht vorgesehen und deren Verlust außerdem für den Fischbestand nicht schädlich sei. Aber abgesehen davon, daß der Rümpchenfischer seine Beute nicht einer besonderen Untersuchung unterwirft, es auch seine Schwierigkeit hat, bei so ganz kleinen Fischen mit Sicherheit die Art festzustellen, geht überall den gewöhnlichen Fischern die eigentliche Kenntnis der gefangenen Fische ab. In einem Kruge (= 1 Quart) Maipieren aus dem Kreise Dortmund fanden sich noch nicht 50 % Elritzen, alles übrige waren Brutfische der verschiedensten Art, als Schmerlen, Gründlinge, Lauben und leider auch Forellen. Wo also in den betreffenden Flüssen und Bächen etwa Forellen,

Aeschen und Lachse gehegt werden sollen, kann eine auf regelmäßigen Massenfang abzielende Rümpschenfischerei, bei der die Brut aller übrigen Fischarten zugleich mitgefangen wird (siehe unten Schmerle), nicht weiter geduldet werden. — Die Elritze findet außerdem noch vielfach Verwendung als Futter- und Köderfisch.

Die Schmerle oder Bartgrundel, Cobitis barbatula L. (44). Vorzugsweise Bachfisch, doch auch in Flüssen und Seen. Laichzeit von März bis Juni. Setzt die zahlreichen Eier zwischen Steinen in der Strömung ab. Wachstum rasch. Gewöhnliche Größe 10 bis 12, selten bis 17 cm lang. Lebt unter Steinen versteckt und geht vorzugsweise des Nachts auf Beute aus, die aus Würmern, Insektenlarven, Schnecken, Fischlaich und auch wohl aus Pflanzenstoffen besteht. Sehr zartlebig und daher nicht transportfähig. Fleisch sehr wohlschmeckend. In München wird sie kufenweise zu Markt gebracht (Jäckel). Am Rhein kommt die Schmerlenbrut als sog. „Butter-“ oder „Süße-Rümpchen“ in den Handel; „Bitter-Rümpchen“ ist Phoxinus laevis; „Güwchen“ Gobio fluviatilis; „Gesäms“ die kleinste Brut aller in der Ahr 2c. lebenden Fische.

Die Dorngrundel oder der Steinbeißer (45), ein kleiner, fast immer im Schlamm und Sand wühlender und versteckt lebender Bachfisch von schlechtem Geschmack, hat kaum als Köderfisch Bedeutung, wird dagegen gern in Aquarien gehalten. Von ebenso geringer Bedeutung für die Fischerei ist der Schlammpeitzger oder Wetterfisch (43), der vorzugsweise in stehendem Wasser mit schlammigem Grund vorkommt und ein äußerst zähes Leben hat. Im Sommer, wenn die Moräste und Gräben, in denen er sich aufhält, ausgetrocknet sind, kann er tief im Schlamm und Moder vergraben, lange Zeit am Leben bleiben. Wird als Wetterprophet in Gläsern gehalten, weil er vor Gewittern unruhig und luftschnappend an die Oberfläche kommt, dagegen bei ruhigem Wetter unten auf dem mit Sand bedeckten Boden des Glases bleibt. Das Fleisch hat einen moderigen Beigeschmack.

3. Muräniden, Aale.

Der Aal, Anguilla vulgaris Flem. (66). Laicht während der Wintermonate im Meere. Wo und wie ist noch gänzlich unbekannt. Die junge Brut erscheint im Frühjahr in den Flußmündungen und strebt im Unterlauf der Flüsse in dicht gedrängten Schaaren stromaufwärts. Dieser Aufstieg wird in Italien montata, in Frankreich montée, in Eng-England eelfare genannt. Im Ebbe- und Flutgebiet unserer Nordseeflüsse finden wir im April, Mai und Juni Aalbrut von 6 bis 8 cm Länge in großer Häufigkeit, weiter stromaufwärts dagegen nur größere Aale und nie in kompakten Massen. Aalbrut aus der Weser bei Brake wiegt im Mai und Juni kaum 1/8 g per Stück; bei den Wehren von Hameln angekommen, wiegt der junge Aal bereits 3 g und noch weiter oben beim Eintritt in die Werra und Fulda schon 20 bis 30 g. Ebenso ist es im Rhein; am Fall zu Schaffhausen langen die jungen Aale erst an, wenn sie bereits eine Länge von mindestens 25 bis 30 cm erreicht haben. Alle diese so weit in die Binnengewässer vordringenden Aale sind weiblichen Geschlechts; die Männchen bleiben im Flut- und Ebbegebiete bezw. im Brackwasser an den Flußmündungen zurück und entfernen sich von da nicht weit stromaufwärts. So hat Hermes unter den bei Wittenberge, ca. 140 Kilometer oberhalb des Ebbe- und Flutgebietes der Elbe, gefangenen Aalen nur 5 % Männchen gefunden und noch weiter aufwärts gar keine mehr. — Die weiblichen Aale verbleiben nun so lange in den Binnengewässern, bis in ihnen der Fortpflanzungstrieb erwacht; sie wandern alsdann flußabwärts nach dem Meere um zu laichen. Während dieser Thalwanderung nehmen die Eier in den Ovarien an Größe zu. Bis Ende November haben alle zum Laichgeschäft ziehenden Aale das süße Wasser verlassen. Die Eier sind dann allmählich bis auf 0,25 mm im Durchmesser gewachsen, während sie bei den in den Binnengewässern zurückbleibenden Aalen nur

etwa 0,1 mm groß sind. Diese Zurückbleibenden verkriechen sich im Schlamm, sobald die Wassertemperatur andauernd unter 6° R. sinkt, und halten eine Art von Winterschlaf, aus dem sie erst wieder erwachen, wenn sich die Wassertemperatur andauernd über 6,5° R. erhebt. Sie gehen dann alsbald ihrer Nahrung nach (hierauf beruht der Aalfang an Nachtschnüren und in beköderten Reusen), welche aus Würmern, allerhand kleinem Wassergetier, Schnecken, Krebsen, Fischlaich und jungen Fischen besteht. Sie fressen gern an Tier- und Menschenleichen und nehmen bei Futtermangel auch Korn und Brot an. Ueber ihr Wachstum liegen sehr abweichende Angaben vor. So sollen nach Professor Nitsche 10 cm lange Aale, in geeignete Teiche gesetzt, schon im zweiten Herbst, also etwa 1 Jahr und 8 Monate alt, 50 bis 60 cm lang werden und dann im dritten Jahre — die Größe ist nicht angegeben — für die Küche reif sein. Dieses erstaunlich schnelle Wachstum bis zum zweiten Herbst beruht wohl auf einem von Benecke (Fische und Fischerei in O.- und W.-Preußen) gemachten Schreibfehler; die durchschnittlichen Wachstumsgrenzen für das dritte Jahr sind fälschlich dem zweiten Jahre zugeschrieben. Benecke hat diesen Fehler in einem später erschienenen „Handbuch der Fischerei und Fischzucht" ausgemerzt, was wohl Nitsche in seinem Feuereifer für die Verbreitung der Aalzucht entgangen ist. Carbonnier, ein bekannter französischer Fischzüchter, macht folgende Angaben: „Erstes Jahr bis 20 cm, zweites 35 bis 40, drittes 50 bis 60 cm; bei dieser Länge wiegt er 500 bis 750 g. Im vierten Jahre nimmt die Länge nicht in demselben Verhältnis zu, das Gewicht steigt aber auf 1 bis 2 kg. Bis zum 7. oder 8. Jahr wird er dann noch etwas länger und stärker, bleibt aber von da an stehen". Hiermit stimmen meine eigenen Beobachtungen im wesentlichen überein, nur finde ich, daß Aale von 60 cm Länge im Durchschnitt das Gewicht von 500 g kaum erreichen und erst bei 70 cm Länge darüber hinaus gehen, so daß also das Gewicht von 1 bis 2 kg nicht schon im vierten, sondern erst im 5. Jahre erreicht wird. Hiermit möchte auch stimmen, was Benecke in dem citierten Handbuch über das Alter der Wanderaale sagt: „Jährlich wandern aus allen von Aalen bewohnten süßen Gewässern große Schwärme durchschnittlich mindestens fünfjährige Aalweibchen dem Meere zu, um sich dort den Männchen zuzugesellen". — Aale über 1 m Länge und 3 kg Gewicht sind selten, sollen auch keinen besonderen kulinarischen Wert mehr haben. Ein 4 kg und 536 g schwerer Aal, den Buckland untersuchte, maß 1,32 m in der Länge und 25,4 cm im Umfang.

Die Männchen erreichen nicht die Größe der Weibchen; meistens sind sie 40 bis 45 cm lang. Sie unterscheiden sich von gleich großen Weibchen durch schmalere und vorn flachere Schnauze, durch etwas mehr hervortretende Augen und durch etwas (ca. 1 mm) niedrigere Rückenflosse; der Unterkiefer ist weniger dick und wulstig und ragt auch weniger weit über den Oberkiefer vor; die Färbung des Rückens ist dunkler und der Metallglanz an den Seiten stärker. Was die inneren Geschlechtsorgane betrifft, so sind die Hoden zwei schmale, durchscheinende Bänder, deren freier Rand flach gekerbt erscheint und flachrunde Lappen oder Vorsprünge hat, während die Eierstöcke zwei dünne, vielfach in quere Falten gelegte, etwa fingerbreite weißliche Bänder darstellen, welche wie die Hoden zu beiden Seiten des Darms von der Leber bis hinter den After reichen und mit ihrem innern Rande längs der Wirbelsäule befestigt sind. Bei mikroskopischer Untersuchung eines kleinen Stückes dieser Eierstöcke findet man alsbald die in Fettzellen dicht eingehüllten Eier von etwa 0,1 m Größe, deren Zahl sich bei mittelgroßen Tieren auf mehrere Millionen berechnet. Spermatozoen sind dagegen in den als Hoden bezeichneten lappenartigen Organen bis lang nicht nachgewiesen; gleichwohl ist aber an ihrer Hodennatur nicht zu zweifeln, da Hermes, der Direktor des Berliner Aquariums, in den nach demselben Typus wie bei unserm Aal gebauten Hoden des Meerals (Conger vulgaris) reife Samen-

fäden aufgefunden hat. Weibliche und männliche Aale in Seewasseraquarien zur Laichreife zu bringen, ist bis jetzt nicht gelungen.

Mit Ausnahme des Donaugebietes ist der Aal durch ganz Europa verbreitet und besonders häufig in allen Küstengegenden; in den Gewässern der höheren Berg- und Gebirgsländer fühlt er sich nicht heimisch. Seine wirtschaftliche Bedeutung ist eine überaus große. Er ist Volksnahrungsmittel im wahren Sinne des Wortes und doch auch zugleich ein Fisch, der jederzeit hoch im Preise steht und frisch, geräuchert oder anderweitig zubereitet das ganze Jahr über gehandelt wird. In manchen Fluß- und Küstengegenden beruht die Existenz der Fischer in erster Linie auf dem Ertrag aus der Aalfischerei. Die Fähigkeit der fetten Wanderaale, lange Zeit in Hütfässern am Leben zu bleiben ohne an Güte und Gewicht zu verlieren, spielt hierbei keine unwichtige Rolle; denn nur dadurch wird es ermöglicht, die in stürmischen Gewitternächten, namentlich während der Monate September und Oktober gleichzeitig vorkommenden Massenfänge allmählich zu verwerten und nur der Nachfrage entsprechend auf den Markt zu bringen.

So großes Interesse nun auch die Wissenschaft daran hat, die Art und Weise der Fortpflanzung des Aals näher festzustellen, für die Fischzüchter, für die Bewirtschaftung der Gewässer und für den Fischereibetrieb an sich spielt diese Frage keine Rolle mehr. Die beiden Hauptvorschriften zur Erhaltung und Mehrung der Aalfischerei, erstens die Aussetzung von Brut, montée, aus den Flußmündungen in aallose bezw. geeignete, aber den jungen Aalen nicht zugängliche Gewässer und zweitens möglichste Beseitigung der Hindernisse für den Aufstieg von Aalbrut und jungen Aalen durch Errichtung von Aalleitern an Schleusen und Wehren werden auch nach der Entdeckung des Fortpflanzungsgeheimnisses dieselben bleiben.

4. Clupeidae, heringsartige Fische.

Der Maifisch, Alosa vulgaris Troschel (64). In Holland Elft, in England Allice-shad. Ein echter Wanderfisch, der im Frühjahr aus dem Meer in die Flüsse zieht, um hier zu laichen. Im Rhein sehr häufig, in den übrigen Nordseeflüssen (Ems, Weser und Elbe) nur in geringer Anzahl; in den Ostseeflüssen gar nicht. In die Rheinmündungen tritt der Maifisch vereinzelt schon anfangs März; der Hauptzug fällt aber in die Monate April und Mai. Die Zeit, welche der Fisch zum Aufstieg bis Basel, bis Mannheim im Neckar, bis Lothringen in der Mosel u. s. w. gebraucht, ist je nach der Temperatur und dem Wasserstand verschieden. Gegen Ende Mai ist in der Regel der Fang in Holland und auch bei Wesel beendet. Die stromabtreibenden abgelaichten Fische, deren viele bei warmer Witterung absterben, sind unbrauchbar. Die Laichreife der Weibchen soll plötzlich eintreten, und das Laichgeschäft immer nur des Nachts an der Wasseroberfläche mit vielem Geräusch vollzogen werden. Die befruchteten Eier haben mit dem Wasser fast gleiches spezifisches Gewicht und treiben daher wahrscheinlich am Grunde. Ein Rogener von 7 Pfd., den ich kurz vor der Laichreife untersuchte, hatte ca. 150000 Eier; die Ovarien wogen zusammen 560 g. Inkubationsdauer bei 12 bis 14° R. 7 bis 10 Tage. Die jungen Fische wachsen rasch und erreichen im ersten Herbst schon eine Länge von 6 bis 10 cm. Sie verlassen das süße Wasser wahrscheinlich im Laufe des nächsten Frühjahrs. Im Meere wachsen sie zu einer Größe von 50 bis 70 cm und darüber heran und erreichen ein Gewicht von 2 bis 4 kg. Ihr Fleisch wird sehr geschätzt, hält sich aber nicht lange und muß frisch verbraucht werden. Geräuchert geht er durch ganz Deutschland. Am Rhein zieht Holland, ähnlich wie beim Lachsfang, den Löwenanteil. 1885 wurden am Kralingschen Veer vom 28. März bis 23. Mai 182 435 Maifische verkauft. Die Preisnotierungen per Stück gingen von 4,30 Mk. allmählich auf 1,35 Mk. herab und stiegen gegen Ende des Fanges wieder bis auf 2 Mk. Am Neckar, wo bei Heilbronn aufwärts

in manchen Jahren der Maifisch häufig ist, wird anfangs für einen 1½ bis 2 Kilo schweren Fisch 1 bis 1½ Mk. bezahlt, bald 80 und schließlich 30 Pfg.

In der Weser gelangt der Maifisch nur bis an die Wehre von Hameln; in der Elbe soll er vereinzelt bis in die Moldau kommen. Die bisherigen Versuche, den Maifisch auf dem Wege der künstlichen Fischzucht zu vermehren, haben leider noch nicht zu befriedigenden Resultaten geführt. Mit großer Aufopferung an Zeit, Mühe und Geld ist es zwar gelungen, den Maifisch zu züchten, allein die Resultate stehen noch nicht in richtigem Verhältnis zu den Anstrengungen.

Die **Finte**, Alosa finta Yarrel (65). In Holland Vint, in England Twaite-shad, an der preußischen Ostseeküste Perpel, an der pommerschen Küste Goldfisch genannt; übrigens wie der vorige meistens als **Maifisch** in den Handel kommend. Erscheint im Rhein und in den übrigen Nordseeflüssen etwas später; in der Ostsee geht er im April und Mai in die Haffe und nur wenige gelangen weiter hinauf in die daselbst mündenden Flüsse. In den Nordseeflüssen steigt er nicht so weit auf wie der Maifisch. Im Rhein wird die Finte bei Wesel von Mitte Mai bis Mitte Juni täglich in großer Menge gefangen; sie ist dort durchschnittlich 1 Pfd. schwer. In der Weser beschränkt sich der Fang vorzugsweise auf das Ebbe- und Flutgebiet; ebenso in der Elbe. 1883 in der Unterelbe ca. 6000 Stiege; in der Unterweser ca. 5000 Stiege. Fleisch wegen der vielen Gräten weniger geschätzt, jedoch beliebtes Volksnahrungsmittel, zumal im geräucherten Zustande. Gewöhnlicher Preis 10 bis 30 Pfennig per Stück. Die künstliche Zucht hat auch bei dieser Art noch nicht gelingen wollen. Laicht wie der Maifisch an der Oberfläche. Die jungen Finten werden bis zum ersten Herbst 6 bis 10 cm lang. In der untern Elbe und Weser geraten sie dann viel in die sog. Steerthamen. Ihre Nahrung besteht vorzugsweise aus Crustaceen (Mysis vulgaris). Im zweiten Herbst erreichen sie eine Länge von 22 cm. Viele scheinen dann erst die Flußmündungen zu verlassen, um im nächsten Frühjahr oder auch wohl ein Jahr später als ³⁄₄ bis ⁵⁄₄pfündige, 34 bis 42 cm große Fische zurückzukehren.

5. Siluridae, Welse.

Der **Wels, Waller** oder **Schaiden**, Silurus glanis L. (13). Ungesellig und versteckt lebender Raubfisch des schlammigen Grundes in größeren Flüssen und Seen. Laicht im Juni an schilf- und grasreichen Ufern. Ein Rogener von 4 Pfd., den Benecke untersuchte, hatte über 60 000 Eier von etwa 3 mm Größe. Die Inkubationsdauer wird auf 7 bis 14 Tage angegeben. Die Jungen können unter günstigen Verhältnissen im ersten Jahr bis 1½ und im zweiten bis 3 Pfd. schwer werden. In Wittingau wurden 1 Pfd. schwere Welse in einen Karpfenteich gesetzt, sie erreichten in vier Jahren ein Gewicht von 14 Pfd. **Baldner** berichtet in seinem Fischbuch von einem Waller, der als schuhlanges Fischchen in einen Teich gesetzt wurde, hier 51 Jahre am Leben blieb und schließlich eine Länge von 5 Schuh (158 cm) erreicht hat. Ein anderes Beispiel von Lang- und Verstecktlebigkeit teilt H. **Danner** in der deutschen Fischereizeitung, Jhrg. 1865, mit. Hiernach war ein 30 cm langer Wels, der 17 Jahre in einem 1,5 ar großen und 3 m tiefen Teich gehaust und unter dem Karpfenbesatz großen Schaden angerichtet hatte, zu einer Länge von 103 cm und zu einem Gewicht von 9½ kg herangewachsen. Mit höherem Alter wächst der Waller mehr in die Dicke als in die Länge. Bei 1,80 m Länge wiegt er ca. 60 kg, während er bei 1,16 m noch auf einem Gewicht von 9 kg stehen kann. Das Fleisch jüngerer Fische wird am meisten geschätzt. Als Tafel- und Restaurationsfisch spielt er in der ganzen österreichischen und ungarischen Monarchie, sowie in Bayern und Württemberg eine größere Rolle als in Norddeutschland. In Pommern und Preußen ca. 30 bis 80, in Bayern 120 bis 180, in Wien 200 bis 300 Pfennige per Kilo. Dem Ems-

und Wesergebiete, wie auch dem Niederrhein ist er fremd. In Frankreich hat sich Millet, inspecteur des forêts, längere Jahre hindurch mit seiner Einführung und Aufzucht in Teichen, Wasserläufen und Torfstichen beschäftigt, jedoch die Resultate weder in Beziehung auf den Zuwachs noch auch in Beziehung auf die Qualität des Fleisches irgendwie empfehlenswert gefunden.

6. Gadidae, Schellfische.

Die Aalquappe oder Trüsche, Lota vulgaris Cuv. (11). Wie der Wels ein sehr gefräßiger und ungeselliger Raubfisch, der sich in Seen gern auf weichem Grunde, in Flüssen zwischen Steinen und in Höhlungen versteckt aufhält. Laichzeit von Dezember bis Ende Februar. Die Aalquappen vereinigen sich alsdann zu großen Scharen und setzen ihren Laich auf Stein- und Felsgrund oder auch auf Klei- oder Thonbänken und selbst auf lehmigsandigem Grunde ab. Die gelblichen Eier messen 0,8 bis 1 mm und zählen bei großen Fischen nach Millionen. Der Fischerei-Inspektor Norbäck in Schweden will bei einem Rogener von 9 Pfd. 5 Millionen gefunden haben. Andere Beobachter geben bei jüngeren Fischen nur 160 000, Baldner nur 128 000 an. Sie kleben, sobald sie ins Wasser gelangt sind, außerordentlich stark und erschweren dadurch die künstliche Befruchtung, indem sie ohne ständiges Umrühren zu einem dicken Kuchen fest zusammenbacken. Inkubationsdauer je nach der Wassertemperatur 5 bis 10 Wochen. Die eben ausgeschlüpften Jungen sind 3 mm groß. Sie wachsen rasch und sollen schon im ersten Jahre eine Länge von 9 bis 12 cm erreichen. Später soll die Größen- und Gewichtszunahme langsamer vor sich gehen. Wird wahrscheinlich im Laufe des dritten Jahres fortpflanzungsfähig. Die gewöhnliche Größe beträgt 30 bis 60 cm mit einem Gewicht von 1 bis 5 Pfd.; kann aber auch bis 1 m und darüber lang und über 25 Pfd. schwer werden. Ihr Fleisch wird in Süddeutschland, Oesterreich, in der Schweiz ꝛc. mehr geschätzt als in Norddeutschland. In Preußen (Memeldelta) wird das Kilo mit 40 bis 60 Pf., das Schock mit 10 bis 18 Mk. bezahlt, während man in Süddeutschland 100 bis 400 Pf. pro Kilo gibt. Sie ist zählebig, leicht in Wasser zu transportieren und läßt sich längere Zeit in Hütfässern, worin sie aber gefüttert werden muß, erhalten. Ihre Nahrung besteht aus Fischen, Fischlaich, Würmern und Schnecken; in Gewässern, namentlich in Seen, welche mit Salmoniden besetzt sind, wird sie der Brut dieser Edelfische gefährlich. Von Schonzeit und Minimalmaß für die Aalquappe möchte daher in manchen Gegenden wohl Abstand zu nehmen sein.

7. Esocidae, Hechte.

Der Hecht, Esox lucius L. (46). Laichzeit von Ende Februar bis Ende April. Das Weibchen zieht dann von einem oder mehreren Männchen begleitet an seichtere, mit Schilf und Binsen bewachsenen Uferstellen, in flache Gräben und auch auf überschwemmte Wiesen. Bei einem Rogener von ca. 21 Pfd., dessen Rogen 1021 g wog, fand Buckland 224 640 Eier; bei einem 6pfündigen zählte Bloch 136 000 und bei einem 8⅓pfündigen, Baldner 149 000. Sie haben einen Durchmesser von 2,6 bis 3 mm und sind im Wasser anfangs schwach klebend. Inkubationsdauer je nach der Temperatur bei 6,5 bis 10° R. 7 bis 26 Tage. Die eben ausgeschlüpften Jungen sind knapp 9 mm lang und haben einen großen Dottersack, der in etwa 10 Tagen verschwindet. Wachstum je nach dem Zugang von Futter sehr verschieden. Kann im ersten Jahre 25 bis 32, im zweiten 36 bis 42, im dritten 55 bis 60 cm lang werden. Sein Gewicht bleibt während der Monate November bis Ende Februar fast stationär; er braucht dann, um sich in gutem Zustande zu erhalten, täglich etwa 1/7 seines Gewichtes an Nahrung, in den übrigen Monaten verzehrt er durchschnittlich pro Tag 9/10 seines Anfangsgewichtes an Fischnahrung. Diese Angaben

beziehen sich auf das zweite Lebensjahr und beruhen auf Beobachtungen und Versuchen in Teichen. Man hat ferner berechnet, daß, wenn Hechte in Teichen gehalten und ausschließlich mit Fischen ernährt werden, jedes Pfd. Hechtfleisch pro Jahr auf ca. 47 Pfd. Fischfutter zu stehen kommt. Hiernach ist der Hecht ohne Frage der gefräßigste unter den Raubfischen unserer Binnengewässer. Die Forelle steht ihm hierin bei weitem nach; denn man rechnet in Forellenteichen auf 1 Pfd. Zuwachs, durchschnittlich nur 4 bis 6 Pfd. Fleischfutter. In den freien Gewässern findet man den Hecht im Juni etwa 28 g, im September 85 bis 113 und ein Jahr alt 140 bis 200 g schwer. Hechte von 1,10 bis 1,20 m Länge, variieren je nach der Breite des Rückens im Gewichte von 10 bis 16 kg; solche von 45 bis 60 cm wiegen gewöhnlich 1½ bis 4½ Pfd. Die Fortpflanzungsfähigkeit tritt in den freien Gewässern gegen Ende des zweiten Lebensjahres ein; es wird jedoch behauptet (R. Eckardt zu Lübbinchen), daß er auch schon im Alter von einem Jahre laiche. In engen Behältern laicht der reife Hecht nicht ab. In Fischkästen hält er im Winter viel länger aus als im Sommer, nimmt in der Regel kein Futter an und magert daher rasch ab. Das Fleisch ist geschätzt und wird in Norddeutschland gewöhnlich mit 40 bis 80 Pf., in Süddeutschland und in der Schweiz (am Bodensee ist der Hecht der Brotfisch für die Fischer) mit 100 bis 120 Pf. pro Pfd. bezahlt. Vom Standpunkte der Fischhege aus — bemerkt J. Staudinger in den Erläuterungen zur bayerischen Landesfischereiordnung — ist der Hecht von sehr verschiedenem Wert. Derselbe kann in einem Gewässer als der wertvollste schwimmende Bewohner, in einem andern als ein unwillkommener schädlicher Räuber sich darstellen. In einem Forellenbache oder Aeschengewässer wird nicht gerne jemand Hechte sehen und dulden. Manche Flüsse verdanken dagegen ihren Ruf als Fischwasser ihren großen und guten Hechten. Es ist deshalb geradezu unmöglich, die Frage, ob der Hecht Schonung haben solle oder nicht, allgemein mit ja oder nein zu beantworten. Hier ist lokale Behandlung unumgänglich.

8. Percidae, Barsche.

Der Zander, Lucioperca sandra Cuv. (2); in Süddeutschland Schill, Schiel und Amaul, in Ungarn Szüllö, wenn er jung, und Fogas, wenn er alt ist. In Seen und Flüssen verbreitet, jedoch dem Rhein-, Ems- und Wesergebiete fremd. In den Bodensee und den Main seit 1883, in die Ems seit 1885 durch den deutschen Fischerei-Verein verpflanzt; in das untere Wesergebiet ist er nach Herstellung des Geestekanals (1860), welcher die Geeste mit dem Bederkesaer-See verbindet, aus letzterem in vereinzelten Exemplaren vorgedrungen. Laichzeit von Mitte April bis Mitte Juni. Die klebenden Eier werden auf Steinen, an gesunkenen Hölzern, Reisig, Wurzelwerk u. dergl. in ein bis zwei, auch wohl bis vier Meter Tiefe abgesetzt. Bei einem Rogener von 3 Pfd. hat Bloch 380 640 Eier gezählt; Hübner schätzt die Anzahl geringer und rechnet auf einen 4pfündigen Rogener nur 200 000 Stück; sie sind gelblich und 1 bis 1,5 mm groß. Inkubationsdauer bei 10 bis 12° R. ca. 7 bis 12 Tage. Ein eben ausgeschlüpftes Fischchen ist 5 mm groß, Wachstum je nach den Nahrungs- und klimatischen Verhältnissen sehr verschieden. Einsommerig gewöhnlich bis 10, zweisommerig 20 bis 25, dreisommerig 30 bis 35 cm lang und in dieser Größe 200 bis 350 g schwer. Ein 10 cm langes Fischchen kann aber auch in zwei Sommern bis zu 5 Pfd. heranwachsen und ein 1 bis 2pfündiger im Laufe eines Jahres um 4 Pfd. zunehmen, und ebenso auch die Brut im ersten Sommer schon eine Länge bis zu 21 cm erreichen. Mit ¾ bis 1 Pfd. Gewicht wird er fortpflanzungsfähig. An Gefräßigkeit gibt er dem Hechte wenig nach, doch wagt er sich nicht an so große Beute. Sein Lieblingsfutter besteht in Stinten, Ukelei und kleinen Plötzen; er verschmäht aber auch andere kleine Fische nicht. Junge Zander freßen auch Würmer und Insekten. Zander aus tiefen Seen mit klarem Wasser sind nicht transportfähig, sie treiben im Be-

hälter an der Oberfläche den Bauch nach oben gekehrt und nach Luft schnappend; im Sommer sterben sie bald ab, im Winter kann man sie dagegen ein paar Wochen im Hütfaß lebendig erhalten. Leichter als der Transport von Setzlingen ist der Versand von Eiern und Brut, welchen der Fischermeister Hübner zu Köllnitz (bei Storkow, R.-B. Potsdam) seit 1885 betreibt. Zwischen feuchtem Moos verpackt können die an Wachholderstrauch, Moos und dergl. klebenden Eier einen Transport von 2 bis 3 Tagen aushalten. In Blechkannen von 15 Liter Inhalt lassen sich 10 bis 20000 Stück Brut auf weitere Entfernungen verschicken. Dauert der Transport länger als 2 Tage, so darf nur etwa die Hälfte an Brut in eine solche Kanne gesetzt werden. 1000 Stück angebrütete Eier kosten 3 Mk., 1000 Stück einige Tage alte Brut 6 Mk., das zugehörige, mit Stroh- und Weidengeflecht umgebene Transportgefäß 3½ Mk. — Die Schmackhaftigkeit des Zanders als Tafelfisches ist unbestritten, doch gilt diese in erster Linie nur von dem frischen Fische. Das Fleisch des toten Zanders verliert sehr rasch an Wohlgeschmack. Der Marktpreis variiert in Deutschland zwischen 100 bis 240 Pf. pro Kilo. Als Nebenbesatz in Karpfenteichen weniger vorteilhaft als der Hecht.

Der Flußbarsch, Perca fluviatilis L. (1). Gefräßiger Raubfisch des stillen Wassers in Seen, Teichen und Flüssen. Laichzeit im April und Mai, sobald sich die Wassertemperatur andauernd über 8° R. erhebt. Die aneinander gereihten Eier bilden ein mehr oder weniger langes, etwa 2 bis 3 cm breites gallertartiges, netzmaschiges Band, welches gewöhnlich an einem vorspringenden Stein oder an Zweigspitzen von Uferpflanzen fest hängt. Die Eier sind 2 bis 2,5 mm groß und ihre Anzahl beträgt nach Lund bei einem Rogener von ½ Pfd. 26880 Stück, Buckland zählte 127240 bei einem 2 Pfd. und 218 g schweren Weibchen und 155620 Stück bei einem solchen von 2 Pfd. und 418 g Gewicht. Benecke, Handbuch pag. 69, hat eine Null zu viel, welcher Fehler wohl schon von Bloch herrührt und in die gesamte spätere Litteratur übergegangen ist. Inkubationsdauer bei 8° bis 10° R. 18 bis 21 Tage, bei 12° 9 bis 11 und bei noch höherer Temperatur nur 5 bis 6 Tage. Die eben ausgeschlüpften Fischchen sind 5½ mm lang; der Dottersack wird etwa in 4 Tagen aufgezehrt. Wachstum weniger schnell als beim Hecht und über eine Maximalgröße von 50 bis 55 cm mit einem Gewicht von 2 bis 3 kg kaum hinausgehend. In Torfstichen bei Berlin wuchsen eingesetzte Barsche (nach Dr. Petri) im ersten Sommer bis zu 10, im zweiten bis zu 15 und im dritten bis 20 cm heran. Bei 20 bis 30 cm Länge haben sie ein Gewicht von etwa ½ bis 1 Pfd. Die Fortpflanzungsfähigkeit tritt mit Ende des zweiten Lebensjahres ein. Ebenso gefräßig wie der Hecht; lebt hauptsächlich von kleinen Fischen, nimmt jedoch auch Würmer, Insekten, Schnecken und findet sich in Seen u. s. w. auf den Laichplätzen der Karpfen ein, um den frischen Laich zu verzehren. Durch zu große Häufigkeit kann er das Gedeihen anderer Fischarten gefährden, bleibt dann bei unzureichender Nahrung klein und verliert dadurch seinen Wert als Speisefisch. Je größer der Barsch, desto schmackhafter sein Fleisch. In Behältern läßt er sich nicht lange aufbewahren, auch lebend in Fässern oder in feuchtem Kraut nicht weit transportieren.

Der Kaulbarsch, Acerina cernua L. (5), an der Unterelbe Stuhr genannt. Kleiner meist in Gesellschaft lebender Raubfisch des sandigen oder kiesigen Grundes der Seen und größeren fließenden Gewässer. Laicht von Ende März bis Mai am Ufer und setzt die anklebenden Eier am Grunde zwischen Wasserpflanzen oder Steinen ab. Bei einem Rogener von 134 g hat Day 205000 Eier gezählt; sie haben einen Durchmesser von 0,8 bis 1 mm. Inkubation bei 8° R. 15 bis 20 Tage. Wachstum ziemlich rasch. Der Kaulbarsch erreicht seine Durchschnittsgröße von 12 bis 16 cm und ein Gewicht von höchstens ¼ Pfd. in zwei Jahren. In vielen Gegenden geht er über dieses Maß nicht hinaus; in dem Flut- und Ebbegebiet der Unterelbe und Unterweser und namentlich an den Ostseeküsten

und in dem frischen Haff erreicht er jedoch eine Größe von 20 bis 25 cm und ein Gewicht bis zu 250 g und darüber. Er ist sehr zählebig und kann namentlich während der kühleren Jahreszeit weite Transporte ohne Wasser aushalten. Sein Fleisch ist zart und wohlschmeckend. Von wirtschaftlicher Bedeutung nur da, wo er in der Regel mit dem Stint zusammen in größeren Mengen gefangen wird. Volksnahrungsmittel, namentlich an den Haffen, dann an der Unterweser und Unterelbe (Hamburger Stuhrensuppe).

Die übrigen Barscharten: der Streber (3), der Zingel (4) und der Schrätzer (6), alle drei auf das Donaugebiet beschränkt und dort nirgends häufig, haben kaum eine wirtschaftliche Bedeutung. Erwähnung verdient noch

der amerikanische Schwarzbarsch (Micropterus Dolomiei und Micropt. salmoides Lacépède) 1883 durch M. von dem Borne auf Berneuchen nach Deutschland eingeführt und mit vielem Erfolg gezüchtet. Der Forellenbarsch (Micropt. salmoides) unterscheidet sich vom eigentlichen Schwarzbarsch (M. Dolmiei) durch ein größeres Maul, durch eine hellere Farbe und durch schnelleres Wachstum; er wird überhaupt größer als der Schwarzbarsch. Letzterer hat eine kleinere Mundspalte (small mouthed Black-Bass), der Oberkiefer reicht nur bis zur Mitte des Auges, bei dem Forellenbarsch (large mouthed Black-Bass) bis hinter den hintern Rand der Augenhöhle. Die Gattung Micropterus charakterisiert sich durch die Rückenflosse (vorderer Teil mit 10 Stachelstrahlen niedriger als der hintere Teil mit Gliederstrahlen) und durch den einfachen Rand des Vordeckels; Afterflosse stark gerundet mit 3 Stachelstrahlen. Die ursprüngliche Heimat ist das Gebiet der Großen Seen, sowie der Mississippi; von dort aus sind sie in die Gewässer der östlichen Staaten eingeführt. Der Black-Bass gehört zu den besten Speisefischen Nordamerikas. Laichzeit im Mai und Juni; die Schwarzbarsche setzen ihre kleinen nicht anklebenden Eier auf grobem Kies bezw. Gerölle ab, die Forellenbarsche auf Kies, Sand und weichem Grund in 1/3 bis 1/2 m tiefem Wasser. Sowohl die Eier wie die Brut werden von einem der elterlichen Fische bewacht und vor Feinden beschützt; die Brut schwimmt in großen Schaaren, bei denen sich stets ein Mutterfisch in nächster Nähe aufhält. Wachstum schnell; bis zum ersten Herbst 5—14, im zweiten 20—30 cm lang; darauf nehmen die Fische bei reichlichem Futter jährlich bis zu 1 Pfd. zu. Im kälteren Norden wird der Schwarzbarsch bis 4½ Pfd., selten bis über 6 Pfd. schwer, während der Forellenbarsch ein Gewicht von 8—9 Pfd. erreicht. Die Nahrung ist der unseres Barsches ähnlich. Die Züchtung in Teichen ist leicht und der Forellenbarsch kann statt des Hechtes in Karpfen-, Abwachsteichen äußerst vorteilhafte Verwendung finden. In fließenden Gewässern scheint er nach vorne dem Borne besonders für die Barben-Region geeignet; in Seen nur da, wo keine Coregonen, Saiblinge oder Seeforellen gedeihen.

9. Cottidae, Panzerwangen.

Der Kaulkopf, Groppe oder Koppe (Cottus gobio L.) (7). In Flüssen und Bächen mit steinigem oder kiesigem und sandigem Grunde und auch in Seen verbreitet In den Gebirgsbächen ein treuer Begleiter der Forelle und hier mit dieser, der Elritze und der Bartgrundel zusammen in der Regel den alleinigen Fischbestand ausmachend. Laichzeit je nach den klimatischen Verhältnissen von Anfang März bis Ende Mai. Setzt die Eier zu einem gallertartigen Klumpen vereinigt unter Steinen in selbst gemachten oder von Natur geeigneten Höhlungen ab. Die Anzahl der Eier variiert je nach der Größe und dem Zustande des Fisches. Fatio zählte in einem 10,5 cm langen Rogener bis 761; ihr Durchmesser beträgt etwa 2 mm. Während der Inkubation, die 25 bis 35 Tage in Anspruch nimmt, werden sie vom Männchen bewacht. Die Jungen sind bei der Geburt 8 mm groß, bleiben noch einige Zeit zusammen und zerstreuen sich dann, um wie die Alten zwischen Steinen oder in Höhlungen versteckt, als einsame Standfische ein räuberisches Leben

zu führen. Sie lauern in ihrem Versteck auf Beute und revieren namentlich des Nachts die nächste Umgebung nach Würmern, weichen Insekten, Fischlaich und Fischbrut ab. Gegen Ende des zweiten Lebensjahres werden sie fortpflanzungsfähig. Die Durchschnittsgröße schwankt zwischen 10 und 14 cm, das Gewicht von 20 bis 30 g. Das Fleisch ist sehr wohlschmeckend und wird in manchen Gegenden gern gegessen. Die Fischer brauchen den Kaulkopf zumeist als Köderfisch für Nacht- oder Aalschnüre.

Der Kaulkopf mit gebänderten Bauch- und Afterflossen, C. poecilopus Heck. (8), ist bezüglich seines biologischen Verhaltens von der vorigen Art nicht verschieden.

10. Gasterosteidae, Stichlinge.

Der gemeine Stichling, Gasterosteus aculeatus L. (9). Laichzeit von April bis Mitte August. Das Männchen macht im Schlamm oder Sand eine Höhlung und baut diese mit Moos, Grashalmen und Pflanzenfasern zu einem rundlichen oder ovalen Neste von 6 bis 10 cm aus, dessen röhrenartiger Innenraum von einem oder auch von mehreren Weibchen nach einander mit Eiern angefüllt wird. Fatio fand bei einem Rogener von 4,6 cm 75 fast reife, 1,25 mm große Eier und noch reichlich ebenso viel kleinere von verschiedener Größe; in einem andern von 5,4 cm dagegen 179 reife von 1,5 mm Größe und eine weit geringere Anzahl kleinere. Inkubationsdauer 10, 15, zuweilen bis 25 Tage. Das Nest wird vom Männchen bewacht und ebenso eine Zeit lang die ausgeschlüpfte Brut. Zehn oder 12 Tage nach dem Ausschlüpfen verschwindet allmählich der Flossensaum der Larvenperiode und die definitiven Flossen werden bei den 5 bis 6 mm großen Fischchen sichtbar. Sie wachsen alsdann rasch und werden schon mit Ablauf des ersten Lebensjahres fortpflanzungsfähig. Infolge der Brutpflege, sowie auch infolge des Schutzes, den der Stichling durch seine Bewaffnung, die durch Sperrgelenke in gespreizter Lage feststellbaren Stacheln des Rückens und Bauches, genießt, ist seine Vermehrung trotz der geringen Eierzahl eine große. Bei seiner räuberischen Lebensweise, er frißt namentlich gern Fischeier und Fischbrut und fällt selbst junge Fische an, die er nicht bewältigen kann, wird er da, wo er in großer Menge vorkommt, der Fischerei schädlich. Er kann als Dünger und zur Bereitung von Thran verwendet werden. Im Kurischen Haff wurden 1882 an der Nehrungsseite bei Sandkrug ca. 18000 Scheffel erbeutet und mit 70 Pfg. bis 1 Mark pro Scheffel bezahlt. Nach Gewinnung des Thranes werden die Rückstände allgemein als Schweinefutter benutzt. Im Frischen Haff wird die Stichlingsfischerei an den Pillauer Molen während der Monate August, September und November mit kleinen Garnen und Hamen ausgeübt. Im Jahre 1884 belief sich die Ausbeute auf 150000 Kilo Thran im Werte von 67500 Mark. — Dem Donaugebiete fehlt der Stichling.

Der kleine Stichling, Gasterosteus pungitius L. (10). In den Binnengewässern viel weniger verbreitet als der vorige, nach Süden kaum über den 50sten Breitegrad hinausgehend und hauptsächlich nur im norddeutschen Flachlande, zumal im Küstengebiet der Nord- und Ostsee allgemeiner vorkommend. Baut sein Nest über dem Boden zwischen Pflanzen, Reisig u. dgl.; übrigens in seiner Lebensweise mit dem vorigen übereinstimmend. Kann in Brutteichen und Aufzuchtgräben schädlich werden.

11. Acipenseridae, Störe.

Der Stör, Acipenser sturio L. (67). Wanderfisch, der zum Laichen aus dem Meere in die größeren Flüsse zieht. Im Rhein gelangt er ganz vereinzelt bis Basel, in der Weser bis Hameln, in der Elbe bis Böhmen, in der Oder bis Breslau, in der Weichsel bis Schlesien. Dem Donaugebiet ist er fremd. Laichzeit von Mai bis August, Hauptmonat Juli. Setzt seine bis 2 mm großen Eier, die im Wasser stark klebrig werden und sich leicht zusammenklumpen, wahrscheinlich auf Kies- oder Steinbänken in schwacher

Strömung ab. Inkubationsdauer bei 15 bis 17° R. 3½ bis 4 Tage, Dottersackperiode etwa 5 Tage. Ueber Wachstum und Lebensweise des jungen Störs herrscht noch völliges Dunkel. Nach den Wahrnehmungen des Königl. Fischmeisters Decker zu Altona trifft man in der Unterelbe junge Störe in vier verschiedenen Größenstufen und zwar durchschnittlich von 35, 60, 75 und 85 bis 90 cm Länge. Der genannte sehr zuverlässige Beobachter möchte sie als die vier jüngsten Jahrgänge bezeichnen, welche noch kein Salzwasser gesehen haben. Die kleinsten trifft man nur im Süßwasser, die größeren im Brackwasser oder nahe an der Grenze desselben. Vor der Elbe dagegen in offener See oder in nur geringem Abstande von der Küste, beispielsweise vor der Piep nördlich von der Elbe, werden von den Hochseefischern in der Kurre solche von 1 bis 1,5 m Länge gefangen, die sich durch ihre schlanke Gestalt, sowie durch ihr geringes Gewicht von 10 bis 12 Kilo als jugendliche Fische charakterisieren. In der Unterelbe werden Störe von diesem Kaliber fast niemals angetroffen; die zum Laichen aufsteigenden sind immer viel stärker und schwerer. Ein zum Laichen aufsteigender Stör von 120 cm wiegt ca. 30 Kilo, ein solcher von 150 cm gegen 50 und von 250 cm ungefähr 150 kg. Buckland erhielt aus der Nähe von Helgoland einen Stör von 334 cm Länge und 284 kg Gewicht. Störe von 10 cm Länge, welche nach Benecke im Meere (wo? vielleicht Ostsee?) beobachtet sein sollen, sind meines Wissens aus der Nordsee nicht bekannt. Kröyer fand seiner Zeit, als es noch kein Minimalmaß gab, in der ersten Hälfte des September „temmelig almindelige“ 6 bis 7 Zoll, das ist 16 bis 19 cm lange Störe auf dem Fischmarkt in Hamburg und diese stammten alle aus dem süßen Wasser der Elbe. Im Aquarium des Londoner zoologischen Gartens hat ein Stör sieben Jahre gelebt; als er eingesetzt wurde, hatte er eine Länge von 91,2 cm, als er starb, war er 127 cm lang und nur 6342 g schwer. — Ein Rogener von 150 Kilo hat ungefähr 25 kg Eier, ein Rogener von 180 kg etwa 35 und ein solcher von 225 kg ca. 42 kg. In einem Pfund (500 g) reifen Rogen hat man 68888 Eier gezählt. Aus dem Rogen wird, wenn er noch nicht ganz reif ist, Caviar bereitet, der hoch im Preise steht; das Störfleisch kommt frisch mariniert und geräuchert in den Handel und spielt für die Alimentation der Bevölkerung eine nicht unwichtige Rolle. Mag nun der junge Stör ein, zwei oder bis vier Jahre in unsern Flüssen zubringen, so viel steht wenigstens fest, er wächst erst im Meere zu einem wirtschaftlich wertvollen Fisch heran, und das Meer zahlt ähnlich wie beim Lachs die Kosten für die Fettweide. Es liegt auf der Hand, daß eine rationelle Fischereiwirtschaft dahin streben muß, die Generationsprodukte aller laichreif gefangenen Störe zu Zwecken der künstlichen Fischzucht zu verwerten. An der Unterelbe ist damit seit 1882 der Anfang gemacht, und hat der Vorstand des Zentral-Fischerei-Vereins für Schleswig-Holstein, welcher die Versuche zur Störerbrütung im Auftrage des deutschen Fischerei-Vereins fortsetzt, im Jahre 1886 sehr viel versprechende Resultate erzielt. — Früher war der Stör auch weiter aufwärts in den Nordseeflüssen ein häufiger Fisch. In Magdeburg wurden noch im Jahre 1834 am Ueberfall bei Krakau gegen 3000 Störe gefangen; jetzt beträgt die jährliche Ausbeute daselbst kaum den hundertsten Teil. Dagegen hat der Fang an der Unterelbe im Gebiet der freien Küstenfischerei zugenommen; wo früher kaum 100 Störnetze in Thätigkeit waren, arbeiten deren jetzt über 300. Der Vorteil der geographischen Lage wird, wie beim Lachs- und Maifischfang in Holland u. s. w., ohne billige und naturgemäße Rücksicht auf die Stromoberlieger und die im Stromgebiet vorhandenen Laichplätze ausgebeutet. In der Unterelbe von Harburg abwärts wurden 1883: 8000 und 1884: 6000 Störe gefangen, oberhalb dieser Grenze nur vereinzelte Exemplare. Stromregulierungen, Dampf- und Kettenschiffahrt tragen gleichfalls zur Verminderung der Störe bei.

Der Sterlet, Acipenser ruthenus L. (cfr. unter 67). Dieser den Flüssen des kaspischen und schwarzen Meeres, sowie einigen sibirischen Stromgebieten eigentümliche

Störart ist kein Wanderfisch. Die 1,5 bis 2 mm großen Eier werden im Mai auf Stein- oder Kiesbänken in der Strömung abgesetzt. Die künstliche Befruchtung ist in Rußland verschiedentlich mit Erfolg versucht. Inkubationsdauer bei 13 bis 14° R. 4 Tage. Wachstum anscheinend sehr langsam. Gedeiht in Seen und Teichen, pflanzt sich hier aber nicht fort, wie mehrfache unter den Königen Friedrich Wilhelm I., Friedrich dem Großen und Friedrich Wilhelm III. unternommene Versuche, den Sterlet in Pommern zu akklimatisieren, gezeigt haben. Nach Professor Grimm erreicht er in Teichen im Laufe von 16 Jahren ein Gewicht von 20 Pfd. Ein solches Exemplar wird in Petersburg mit 120 Silberrubel bezahlt. In Ungarn und Kroatien ist er billiger: auf dem Fischmarkt von Budapest im Mai—Juli 2,80 Mk., Dezember—Februar 5 bis 6 Mk. per Kilo. — Sein Fleisch ist fett und weich; der Rogen liefert den feinsten Caviar und die Schwimmblase die beste Sorte des als Hausenblase bezeichneten Fischleims. In Bayern wurde bei Vilshofen in der Donau im September 1886 ein 56 cm langer Sterlet gefangen; 1822 ist sogar ein solcher von 2½ Pfd. und 22 Zoll Länge zwischen Günzburg und Ulm erbeutet.

12. Petromyzontidae, Neunaugen.

Von den drei in den mitteleuropäischen Binnengewässern vorkommenden Arten sind zwei, die Meerlamprete und das Flußneunauge, Wanderfische, deren Lebensweise indessen noch wenig erforscht ist. Genauer sind wir nur über die dritte Art, das Bachneunauge, unterrichtet, dessen Larvenform früher als eigene Fischart, der Querder, Ammocoetes branchialis Cuv. beschrieben worden ist. Obschon bereits Baldner die Verwandlung der Querder in Neunaugen kannte, so ist dieselbe doch erst seit 1856 durch die Untersuchungen und Beobachtungen von Professor A. Müller zur allgemeinen Kenntnis gelangt.

Das Meerneunauge, die Lamprete, Petromyzon marinus L. (68) ist für unsere Binnenfischerei wegen der Seltenheit ohne Bedeutung. Kommt zur Laichzeit von April bis Ende Juni aus dem Meere in die Flüsse der Nord- und Ostsee und wird dann hier und da in den Binnengewässern, oft weit von der Küste entfernt, in vereinzelten Exemplaren von 1½ bis zu 3 Pfd. Schwere gefangen. Das Laichen scheint daher nur paarweise und nicht, wie bei den andern Arten, in größeren oder kleineren Gesellschaften, vor sich zu gehen. Das Fleisch wird bei uns kaum genutzt, dagegen in Italien, Frankreich und England sehr geschätzt. Dem Donaugebiet ist sie fremd.

Das Flußneunauge, Petromyzon fluviatilis L. (69), tritt seine Wanderung aus dem Meere in die Flüsse schon Ende August, Anfang September an und gelangt allmählich weiter nach oben in die kleineren Gewässer, wo in der Zeit von Ende März bis Mitte Mai das Laichgeschäft auf flachen steinigen Stellen in frischer Strömung vollzogen wird. Das Männchen saugt sich am Nacken des Weibchens fest und beide geben dann unter heftigen schlängelnden Bewegungen die Geschlechtsstoffe an das Wasser ab. Die graugelben, 1 mm großen Eier werden von der Strömung zwischen Steinen zerstreut. Inkubationsdauer je nach der Temperatur 10 bis 21 Tage. Die ebenausgeschlüpften, ca. 4,5 mm langen Jungen sind wurmförmig, etwas gekrümmt und am hinteren Körperende dicker. Sie bohren sich nach einigen Tagen in den weichen Grund und kommen dann nur selten und fast nur zur Nachtzeit heraus. Nach etwa drei Wochen haben sie die Querder- oder Ammocoetes-Form erlangt, in welcher sie 3 bis 4 oder auch bis 5 Jahre verharren und nur eine Länge bis zu 20 cm erreichen sollen. In diesem Zustande sind sie schmutziggelb und entbehren des Silberglanzes; der kuppelförmige Mund ist noch nicht zum Saugen eingerichtet und hat statt der spätern Hornzähne zahlreiche verästelte Zotten; das Auge ist noch nicht sichtbar, sondern tief unter der Haut versteckt. Die Rückenflosse beginnt auf der Mitte des Rückens und zieht sich als ein niedriger strahlenloser Hautsaum, der zwei Er-

hebungen zeigt, bis zum Schwanze hin. Gegen den Herbst des vierten oder fünften Jahres beginnt die Verwandlung in die Neunaugenform und sollen dann die noch in den letzten Stadien der Verwandlung begriffenen ca. 14 bis 20 cm langen jugendlichen Neunaugen in den Winter- und ersten Frühlingsmonaten bereits stromab dem Meere zu wandern, um hier zu einer Größe von 30 bis 50 cm heranzuwachsen. Der Fang der rückkehrenden oder aufsteigenden Neunaugen beginnt an der Unterweser im September und kann bei offenem Wasser bis Fastnacht dauern; weiter aufwärts am Wehre von Hameln von Ende Februar bis Mitte April und unter dem Wehre bei Cassel von Mitte März bis Ende April. Im Rhein werden bei Wesel schon von Ende August an aufsteigende Neunaugen gefangen. Ein großer Teil des Fanges aus dem Rhein sowohl wie aus der Weser u. s. w. wird lebend nach Holland exportiert, um als ausgezeichneter und daher sehr teuer bezahlter Köder für die Angelfischerei auf Dorsch u. s. w. in der Nordsee zu dienen (Beug-en Kolvaart der Holländer). Die Neunaugen aus den Ostseeflüssen und aus der Elbe kommen größtenteils geröstet und mariniert in den Handel.

Das Bachneunauge, Petromyzon Planeri Bl. (70). Durch ganz Europa in kleineren Flüssen und namentlich in Bächen und auch in Gräben verbreitet. Laichzeit im April. Laichvorgang und Entwickelung wie beim Flußneunauge. Die Querder oder Larven sind gewöhnlich 10 bis 20 cm, die geschlechtsreifen Tiere 20 bis 35 cm lang; die letzteren gehen bald nach dem Laichen zu Grunde. Die Verwandlung der Querder beginnt im August und währt etwa bis Januar. Die Larven und auch die ausgewachsene Form werden gewöhnlich als Köder benutzt, die größeren Exemplare jedoch auch wie Flußneunaugen zubereitet. Nach Professor A. Schneider, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, Berlin 1879, ist P. Planeri nur als eine Varietät von P. fluviatilis anzusehen, da die Unterschiede in der Bezahnung der Mundscheibe, sowie in der Ausbildung der Rückenflosse sich als unzuverlässig erweisen sollen und außerdem in anatomischer Beziehung, sowie in bezug auf die Größe der Eier und auch in der Querderform keine Unterschiede existieren. Bestätigt sich diese Ansicht, so läge ein ähnliches Verhalten zwischen beiden Neunaugenformen vor, wie bei der wandernden Meerforelle und der nicht wandernden Bachforelle.

III. Künstliche Fischzucht.

Begriff und ältestes Verfahren.

§ 1. Unter Fischzucht im weitesten Sinne verstehen wir die Ausübung der auf Erfahrung und Wissenschaft beruhenden Regeln zweckmäßigster Erzeugung, Aufzucht und Haltung von Fischen; in beziehung auf die freien Gewässer auf Flüsse, Bäche, Seen u. s. w. begreifen wir darunter die Nachzucht und Pflege, sowie gegebenen Falls auch die Neugründung der Fischbestände. Je nachdem man hierbei in die Fortpflanzung, sowie in die embryonale und erste nachembryonale Entwickelung der Fische direkt eingreift oder nicht, unterscheidet man zwischen künstlicher und natürlicher Fischzucht. Die letztere bringt nur solche Maßregeln zur Ausführung, durch welche die natürliche Vermehrung und das Gedeihen der in Frage kommenden Fischarten begünstigt oder befördert wird; die künstliche Fischzucht greift dagegen direkt in die Funktion der Fortpflanzung und in die erste Entwickelung ein und bringt diese zu gegebener Zeit und an bestimmten Orten außerhalb der natürlichen Verhältnisse zu Wege.

Wie dies geschehen kann, hat zuerst Jakobi, der Entdecker der künstlichen Fischzucht gezeigt. Das von ihm seit 1741 geübte Verfahren, wird im Hannover'schen Magazin, Jahrgang 1763 (Styl und Orthographie sind etwas geändert) etwa folgendermaßen beschrieben;

„Wenn die Forelle ordinär im Dezember den Laich ablegt, so nimmt man ein Weibchen und drücket von selbigem die Eier aus, welches durch ein sanftes Streichen auf dem Bauche des Fisches sogleich erfolgt, ohne daß man dem Fische etwas zu Leide thut. Wenn der Fisch aber geschlachtet werden soll, wird der Laich herausgenommen, in eine thönerne Schale gethan und zum Gebrauch hingestellt. Sodann nimmt man das Männchen von der Forelle, streichet solches gleichfalls, lässet die davon kommende Milch auf die in der Schale befindlichen Eier fließen und rührt solches durcheinander.

Mit dieser Schale geht man zu dem Bruttroge (dessen Boden ungefähr zwei Zoll hoch mit grobem Kiessand bedeckt ist), streut den Laich auf den Kiessand und läßt das Wasser in den Trog. Man macht den Deckel zu und beobachtet, daß das Wasser seinen beständigen Lauf behält und die Drahtgitter von dem daran sich hängenden Unflat zu Zeiten gereinigt werden. Um den dritten oder vierten Tag öffnet man den Deckel und sieht nach, ob der Laich vom Schlamme überzogen ist, rührt mit der flachen Hand die obere Fläche des Wassers im Kasten etwas geschwinde um, durch welche Bewegung die Eier sich umwenden und vom Schlamme reinigen. Von dem Erfinder werden auf diese Art ganze Quantitäten Forellen ausgebrütet. Dabei hat er entdeckt, daß, nachdem das Ei ausgebrütet worden, der junge Fisch unter dem Leibe eine Blase hat, welche ihm die erste Nahrung gibt, nach und nach aber kleiner wird und zuletzt ganz verschwindet. So lange das Bläschen dauert, gönnt er ihnen den Aufenthalt im Kasten; nachher aber läßt er sie in den Teich fließen, damit sie ihre Nahrung selbst suchen. — Auf gleiche Art hat er es auch mit Lachsen probiert und zwar mit gleich glücklichem Erfolge".

Grundlagen und Zweck.

§ 2. Alle für uns in Betracht kommenden Fischarten pflanzen sich auf dem Wege der äußern Befruchtung fort, d. h. die Fortpflanzungselemente beider Geschlechter, die Eier des Weibchens und die Samenflüssigkeit (Milch) des Männchens kommen beim Laichgeschäft erst außerhalb des Fischkörpers mit einander in Berührung, und hierbei vollzieht sich die befruchtende Einwirkung des Samens in der Weise, daß die lebendigen Elemente desselben, die Samenfäden, durch aktive Bewegung in den Dotter des Eies eindringen. Findet eine solche Vereinigung nicht statt, so bleiben die Eier unbefruchtet und gehen also für die Nachzucht verloren.

Die befruchteten Eier bedürfen nun zu ihrer weitern Entwicklung nichts weiter, als reines, lufthaltiges Wasser, das je nach der Fischart fließend oder stehend, höher oder niedriger temperiert sein muß. Obschon befruchtete Fischeier sich auch in hinreichend feuchter Luft, in feuchtem Moos u. dgl. bis zum Ausschlüpfen entwickeln können — und wir werden später sehen, welche Anwendung hiervon die künstliche Fischzucht macht — so ist doch das Wasser das von der Natur ausersehene und daher geeignetste Medium zur Vermittlung und Unterhaltung der für das Leben des Embryos notwendigen Gasdiffusionen. Auch die junge Brut braucht in der ersten Zeit nach dem Auskriechen während der sog. Dotter- oder Dottersackperiode nichts weiter als reines, lufthaltiges Wasser. Man kann daher wohl sagen: das Wasser brütet aus. Von der Befruchtung bis zu dem Zeitpunkte, wo die jungen Fischchen anfangen zu fressen, thut das Wasser alles, und in dem Wasser ist es ohne Frage in erster Linie die Luft und dann mit ihr zusammenwirkend die gleichmäßige Temperatur und endlich das Wasser als solches, wodurch das Gedeihen bedingt wird.

Auf diesen physiologischen und entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen beruht die künstliche Fischzucht und sie ist in der That nichts weiter, als eine Nachahmung der bezüglichen Naturvorgänge.

Verfolgen wir indessen den Laichvorgang und die Entwickelung der Fische in der freien Natur weiter, so werden wir bald gewahr, daß es mehr oder weniger vom Zufall

abhängt, ob ein größerer oder geringerer Teil der vom Weibchen entleerten Eier mit der Milch des Männchens in Berührung kommt; wir werden ferner gewahr, daß ein großer Teil der Eier, ja nicht selten fast der gesamte abgesetzte Laich zu Grunde geht, teils infolge von ungünstigen Natureinwirkungen (Hochwasser, Sinken des Wasserspiegels, Verschlammung, Frost u. s. w.), teils infolge von Nachstellungen seitens zahlreicher Feinde aus dem Tierreich; ja wir werden endlich gewahr, daß auch die hilflose junge Brut ähnlichen Schicksalen unterworfen ist. Diese im Haushalte der Natur begründeten Verluste durch geeignete Maßregeln und Vorkehrungen zu eliminieren, ist eben die Hauptaufgabe der künstlichen Fischzucht, welche demnach nichts weiter bezweckt, als die möglichst vollständige Verwertung der reifen Fortpflanzungselemente zur Erzeugung von Fischbrut und den Schutz und die Pflege dieser letzteren bis zu demjenigen Zeitpunkt, wo die jungen Fischchen sich mit vollkommener Leichtigkeit bewegen, ihren Feinden besser entfliehen und der ihnen zusagenden Nahrung nachgehen können. Was wir alsdann mit der Fischbrut anfangen, ob wir damit unsere freien Gewässer besetzen, oder ob wir sie in Teichen und Behältern weiter aufziehen, das ist nicht mehr Sache der künstlichen Fischzucht, sondern der Fischzucht im allgemeinen.

Hiernach besteht also die künstliche Fischzucht in der Ausführung gewisser Manipulationen und damit zusammenhängender anderweiter Arbeitsvornahmen, die sich der Zeit nach in folgender Ordnung aneinander reihen: 1) die Beschaffung von Laichfischen, 2) das Abstreichen derselben oder die künstliche Befruchtung, 3) die Inkubation oder Erbrütung der Eier und 4) die Pflege der jungen Fische bis zum Verschwinden der Dotterblase.

Beschaffung der Laichfische und künstliche Befruchtung.

§ 3. Was zunächst die Beschaffung von laichreifen Mutterfischen anbetrifft, so bietet dieselbe bezüglich derjenigen Fischarten keine besonderen Schwierigkeiten, welche in der Gefangenschaft in geeigneten Behältern oder in Teichen laichreif werden. Hierhin gehören von denjenigen Fischen, mit welchen sich die künstliche Fischzucht vorzugsweise befaßt, die Lachse, sämtliche Forellenarten und die Saiblinge. Man kann diese Fische zu dem beabsichtigten Zweck schon kurz vor der Laichzeit, wenn sie noch auf der Wanderung oder im Aufstieg zu den Laichstätten begriffen sind, an bequem gelegenen Fangplätzen einfangen, in geräumige Behälter mit genügendem Wasserdurchfluß einsetzen und das Stadium der Laichreife abwarten. Hierbei ist indessen zu beachten, daß beide Geschlechter getrennt zu halten sind, da die Männchen ihre Milch, sobald dieselbe reif wird, in Gesellschaft von weiblichen Fischen alsbald ausfließen lassen.

Bei Fischarten, welche nicht in Behältern laichreif werden, bleibt der Fang während der Laichzeit auf den Laichstätten selbst das einzige Mittel, in den Besitz von laichreifen Mutterfischen zu gelangen und dies Mittel wird um so prekärer, je schwieriger der Fang an sich ist und je mehr derselbe außerdem von äußern Zufälligkeiten abhängt. Hierhin gehören, wie nach den bisherigen Erfahrungen bei uns allgemein angenommen wird, von Salmoniden der Huchen, die Aesche und sämtliche Maränenarten und von andern wichtigen Fischen vor allen der Maifisch.

Bezüglich der Maränen ist jedoch zu bemerken, daß es den Amerikanern sehr wohl gelungen ist, den kurz vor der Laichreife eingefangenen Whitefish, Coregonus clupeiformis, eine unserm Ostseeschnäpel sehr nahe verwandte Maräneart, in Behältern (crates) bis zur künstlichen Befruchtung aufzubewahren. Man sollte daher auch bei uns mit derartigen Versuchen noch nicht aufhören, sondern dieselben wenigstens mit der Wandermaräne der Ostsee und besonders mit dem Schnäpel der Nordsee, welch letzterer kaum noch Gegenstand der künstlichen Fischzucht gewesen ist, trotz des ersten Mißlingens fortsetzen.

Hat sich bei den Fischen das Stadium der Laichreife eingestellt, so treten bei ge-

lindem Streichen des Bauches in der Richtung von den Brustflossen nach dem Schwanze hin die Fortpflanzungselemente aus der hinter dem After gelegenen Genitalöffnung aus. Bei dem Weibchen der lachsartigen Fische liegt die Genitalöffnung auf einer warzenförmigen, von Blutandrang stark geröteten Hervorragung, während den Männchen diese Geschlechtswarze fehlt. Man führt nun die künstliche Befruchtung am besten in der Weise aus, daß man erst einem oder mehreren Weibchen die Eier in ein trockenes Porzellangefäß, etwa in eine Waschschale, abstreift und dann dieselbe Prozedur mit einem Männchen bezw. mehreren vornimmt, so daß die Milch unmittelbar auf die Eier gelangt. Hierauf setzt man einige Tropfen Wasser zu und mischt nun Eier und Milch durch Schwenken der Schale oder durch vorsichtiges Umrühren mittelst des Fingers oder einer Feder. Ist diese Manipulation vollzogen, so gießt man vorsichtig Wasser zu, bis dasselbe über den Eiern steht, wartet einige Minuten und läßt darauf das trübe milchige Wasser ablaufen, füllt wieder frisches hinzu, läßt dann wieder ablaufen und so fort, bis das Wasser über den Eiern ganz klar bleibt. Ist auf diese Weise die Befruchtung und Waschung der Eier ausgeführt, so sind sie zur Einlage in die Brutapparate oder zur Inkubation fertig.

Das vorstehend beschriebene Verfahren, welches sich zunächst nur auf Forellen, Lachse und solche Fische bezieht, deren Eier im Wasser nicht zusammen oder an andern Gegenständen fest kleben, bezeichnet man als trockene Befruchtung im Gegensatz zu der früher mehr im Gebrauch gewesenen nassen, bei welcher die Fortpflanzungselemente nicht in ein trockenes, sondern in ein mit Wasser gefülltes Gefäß abgestrichen werden. Die Befruchtung auf trocknem Wege verdient den Vorzug, da erfahrungsgemäß Forellenmilch ihre befruchtende Fähigkeit im Wasser nur wenige Minuten behält und ebenso Forelleneier im Wasser schon nach 4 bis 5 Minuten ihre Befruchtungsfähigkeit ganz verlieren. Bewahrt man dagegen Milch trocken auf, d. h. ohne jede Beimischung von Wasser und Harn, so behält sie bei niedriger Temperatur ihre Befruchtungsfähigkeit mehrere Tage; desgleichen bleiben reife Eier in trockenen Flaschen und selbst im getöteten Fisch, wenn dieser nur trocken aufbewahrt wird, mit mehr oder weniger großen Verlusten längere Zeit entwickelungsfähig.

Die künstliche Befruchtung anklebender Eier geschieht ebenfalls am vollkommensten auf trocknem Wege, denn die klebende Eigenschaft der Oberflächenschicht dieser Eier entwickelt sich erst im Wasser und währt so lange, bis die Aufsaugung von Wasser beendigt ist. Die Fortpflanzungselemente sind daher vollständig trocken abzustreichen und zu mischen und darauf erst die Eier im Wasser und zwar die der Coregonen in Gefäßen mit flachem Boden in einfacher Schicht und die der Cyprinoiden auf Moos, Wasserpflanzen, Wachholder- oder Birkenreisig u. dgl. so dünn wie möglich zu verteilen. Will man indessen die Befruchtung der Cyprinoideneier auf nassem Wege vornehmen, so muß man das Wasser, in welchem Wasserpflanzen, Wachholderreisig oder dgl. ausgebreitet sind, erst mit der Milch eines Männchens ansamen und darauf schnell das Abstreichen der weiblichen Fische folgen lassen, beziehungsweise im Abstreichen mit beiden Geschlechtern wechseln, während ein Gehülfe behufs besserer Verteilung der Eier auf die Wasserpflanzen oder das Reisig, diese letztern in langsam kreisender Bewegung erhält oder doch durch Drehen und Wenden in verschiedene Lagen bringt.

Obschon die Abnahme des Laiches bei kleinen und mittelgroßen Fischen von einer Person ausgeführt werden kann, so ist es doch in den meisten Fällen zweckmäßiger, wenn sich zwei Personen in die Arbeit teilen; die eine hält den Fisch beim Kopf und Schwanzstiel fest, die andere besorgt das Abstreichen. Bei großen und kräftigen Fischen sind sogar drei Personen erforderlich, zwei zum Festhalten und die dritte zum Abstreichen. Um den Fisch desto sicherer halten und handhaben zu können, schlägt man außerdem um diejenigen Körperstellen, an welchen er festzuhalten ist (Kopf gleich hinter den Augen und Schwanz-

stiel) trockne Leintücher in bindenartiger Form. Für große Huchen, denen der Laich gleich an Ort und Stelle des Fanges abzunehmen ist, empfiehlt sich folgende von A. Mayer in der Bayerischen Fischereizeitung, Jahrg. 1884, pag. 318 mitgeteilte Methode.

An Requisiten sind dazu erforderlich: 1) ein Zwillichsack, welcher ca. einen Hektoliter Rauminhalt besitzt, 2) ein nasses und ein trocknes Handtuch von grober Leinwand, 3) eine dem zu gewinnenden Eierquantum entsprechend große Schüssel und 4) ein passendes Kistchen oder Transportgefäß zum Einlegen der Eier nach der Befruchtung.

Der Zwillichsack wird ins Wasser gelegt und soll vollkommen angesogen sein, dann steckt man den Fisch mit dem Kopf voran in den Sack und legt ihn auf weichen Rasen oder Wiesengrund. In dieser Art von nassem Gefängnisse zappelt sich der Fisch ohne Schaden zu nehmen aus, und man kann dann alsbald zum Abstreichen schreiten. Hierbei treten die zwei Handtücher in Verwendung. Das trockne nimmt derjenige, welcher sich des Schwanzstieles des Fisches bemächtigt, um denselben von nun an festzuhalten; das nasse wird zu einer Art Strick zusammengedreht und dem Fisch in Schlingenform (Kravatte) nach ruckweiser Entfernung des Sackes um den Körper gelegt und nach dem Heraustreten der Rückenflosse aus dem Sacke durch einige ganz lose Umdrehungen über dem Rücken des Fisches zusammengedreht. Ist die Schlinge (Kravatte) bis fast zu den Brustflossen vorgerückt, so hebt der Mann mit der Kravatte den Fisch in eine höhere Lage, während der Schwanz nahe dem Boden gehalten wird, ein Dritter handhabt die Schüssel, um sie, falls der Fisch unruhig werden sollte, sogleich in Sicherheit zu bringen und der Vierte streift den Fisch aus.

So lange die Eier durch leichtes Streifen am Bauche flott heraustreten, ist der Fisch in der Regel vollkommen ruhig, ja es scheint demselben eine Erleichterung zu gewähren. Nur wenn die Eier nicht leicht heraustreten und krampfhaftes Zusammenziehen an der Geschlechtsöffnung entsteht, wird der Fisch unruhig. Man muß dann eine kurze Zeit warten, bis der Fisch ruhig wird und die Eier wieder herausrinnen. Bei vollen und vollständig reifen Fischen treten die Eier bei schräger Lage des Fisches oft schon durch ihr eigenes Gewicht heraus.

Ist das Abstreichen beendet, so ist der Fisch sogleich in sein Element zurückzuversetzen. Hierbei ist es jedoch notwendig denselben einige Zeit mit dem Kopf gegen die Strömung an der Rückenflosse aufrecht zu halten. Er erholt sich dann auffallend schnell, während er sich selbst überlassen meist kraftlos auf der Seite liegen bleibt und dann in der Regel abstirbt und daher alsbald verkauft werden muß, was für den Fischer nicht vorteilhaft ist, da es bei so großen Fischen einen bedeutenden Unterschied im Preise ausmacht, wenn dieselben je nach Bedarf verwertet werden können oder in mehreren Exemplaren zugleich auf den Markt gebracht werden müssen. Bei der geschilderten vorsichtigen Behandlung haben sich große, bis 40 Pfd. und darüber schwere Huchen noch länger als vier Wochen im Behälter lebend erhalten.

Für große Lachse und Forellen empfiehlt sich dies Abstreichungsverfahren ebenfalls und möchte Sack und „Kravatte" dem barbarisch erscheinenden „Zaum", welchem Professor Nitsche so warm das Wort redet, schon deshalb vorzuziehen sein, weil man in den meisten Fällen das Abstreichen der Lachse nicht im Bruthause vornehmen kann, sondern da vornehmen muß, wo sich im Flusse bei den Fangstellen (Lachsauszügen ꝛc.) die Fischbehälter befinden.

In den Schriften des Sächsischen Fischereivereins, Nr. 5, pag. 26 wird über die Anwendung des Zaumes folgendes mitgeteilt. „Das Abstreichen selbst wird im Bruthause vorgenommen und geschieht in der Art, daß zunächst eine ohngefähr 30 cm lange Schleife aus federkielstarker Schnur dem Lachse durch das Maul ein- und unter dem Kiemendeckel wieder herausgeführt wird. Das zum Maul heraushängende Ende wird dann

durch die unter dem Kiemendeckel hervorragende Schleife durchgesteckt, das freie Ende an den Haken, der am Ende eines über eine Rolle an der Decke (des Bruthauses) laufenden Strickes befestigt ist, eingehangen, und der Lachs nun mittelst des Strickes in passender Höhe über dem zur Aufnahme der Eier bestimmten Gefäße aufgezogen. Hierdurch ist der Lachs völlig wehrlos, das sonst übliche Festhalten desselben mit Hilfe von Tüchern, welches häufig zu sehr gewaltsamer Behandlung des Fisches Veranlassung gibt, ist völlig vermieden und das Abstreichen kann mit der äußersten Schonung vorgenommen werden. Diese Befestigungsart ist den Rheinfischern bei Basel abgelernt, welche allerdings dort, so viel uns bekannt, nicht zum Zwecke des Abstreichens, wohl aber um sie, falls geeignete Fischkästen nicht zur Disposition stehen, sicher im Flusse anbinden zu können, den gefangenen Lachsen einen solchen „Zaum" anlegen. Das Anlegen des Zaumes ist äußerst leicht, geht ungemein schnell, und der von ihm wieder befreite Fisch zeigt keinerlei Verletzungen am Kiemendeckel. Wir glauben dies Verfahren als ungemein praktisch empfehlen zu dürfen."

Die Brutapparate im allgemeinen.

§ 4. Ist die künstliche Befruchtung und zugleich auch die Waschung der Eier vollzogen, so besteht, wie wir bereits früher gesehen haben, die weitere Aufgabe der künstlichen Fischzucht darin, die befruchteten Eier bis zum Ausschlüpfen und dann die junge Brut bis zum Verschwinden des Dottersacks in geeigneten Brutapparaten vor denjenigen Gefahren und Schäden zu bewahren, denen sie während dieser Zeit in der freien Natur ausgesetzt sind. Wir stehen damit vor der von Anfängern so oft gestellten Frage: Welche Brutvorrichtung oder welcher Brutapparat ist der beste? Auf diese Frage kann man nur die allgemeine Antwort geben: diejenige Vorrichtung oder der Apparat ist der beste, welcher mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse bei größter Billigkeit und Bequemlichkeit die günstigsten Resultate erzielt. Es kommt also mit anderen Worten bei der Auswahl von Brutapparaten immer darauf an, unter welchen gegebenen lokalen Verhältnissen, in welchem Umfange und mit welchen Fischarten die künstliche Fischzucht betrieben werden soll.

Die an einen guten Brutapparat zu stellenden prinzipiellen Erfordernisse (vgl. Zenk über Brutapparate von Salmoniden, Bayerische Fischereizeitung VI. Jahrgang Nr. 10) sind folgende:

Ein vollkommener Brutapparat soll nicht nur zur An- und Ausbrütung der Eier, sowie zur Weiterentwicklung der jungen Fischchen während der Dottersackperiode brauchbar sein, sondern muß auch zufolge seiner Konstruktion die richtige Anwendung und Ausnutzung des Wassers zulassen und dabei für Ei und Fischbrut Bedingungen schaffen, welche den natürlichen möglichst entsprechen; er muß ferner die möglichste Sicherung vor Feinden und andern zerstörenden Einflüssen, wie Ungeziefer, Schlamm u. s. w. gewähren und dabei sich selbst mit thunlichst geringem Raum bescheidend, für Eier und Brut möglichst viel Raum bieten; er muß endlich einfach und solid, leicht anzubringen, bequem zu handhaben und dabei wohlfeil sein. Daß der Apparat auch einen Fütterungsraum abgebe für das vollendete Fischchen, liegt außerhalb der prinzipiellen Erfordernisse; denn nach Verlust des Dottersackes gehört das Fischchen in die freie Natur, seine weitere Aufzucht ist, wie schon früher angedeutet, nicht mehr Gegenstand der künstlichen Fischzucht.

Die Grundlagen für den Bau eines richtigen Brutapparates lassen demnach an Klarheit und Einfachheit nichts zu wünschen übrig. Wenn nun gleichwohl, bemerkt Herr Zenk in seiner vorhin citierten Arbeit sehr treffend, dessen praktische Lösung seit den Tagen, wo sich praktische Fischzüchter wie Gelehrte, darunter viele ausgezeichnete Köpfe und den intelligentesten Nationen angehörig, darum bemühten, in der verschiedensten, abweichensten Art versucht wurde und noch versucht wird, so liefert dies immerhin für zwei anerkannte Thatsachen Beweis. Einmal, daß es in der Praxis nicht so leicht ist, einen

allen gerechten Anforderungen entsprechenden Brutapparat zu konstruieren; zweitens, daß es der Möglichkeiten mehr als eine gibt, einen solchen Apparat herzustellen. Schon die speziellen Verhältnisse, mit denen je ein Fischzüchter rechnen muß, Art und Menge, sowie Gefälle des zur Brütung benützten Wassers, Quantum und Gattung der zu züchtenden Fische, Eigentümlichkeiten des Brutorts und andere besondere Umstände rufen Modifikationen des benützten Apparates hervor. In der That sehen wir auch fast alle bedeutenderen Fischzüchter ihre eigenen Wege wandeln. Wir beobachten, wie sie sich nach ihren eigenen Verhältnissen neue Brutapparate erfinden, vorhandene adaptieren. Das macht die Erfindung eines Normal-Brutapparates schwierig. Dazu kommt noch, daß bei dem Bau des einen Apparats mehr nur die An- und Ausbrütung der Eier, bei dem anderen mehr ein und der andere sonstige Zweck und Vorteil in's Auge gefaßt wird.

Immerhin dürfen wir mit dem heutigen Stande der Sache sehr zufrieden sein. Es ist kaum ein Fall denkbar, wo der praktische Fischzüchter, sei es im großen, sei es im kleinen, unter den bereits vorhandenen Brutsystemen nicht eines und das andere fände, das für seine Zwecke etwa unter geringen Aenderungen ausreichte. Ja es wird von den erfahrenen Züchtern behauptet, es gebe der Erfindungen auch im Gebiete der Brutapparate schon zu viele und es werde schwer, sich aus dem Wirrwar des zu einem Zwecke geschaffenen Vielerlei von Trögen, Tiegeln, Tischen, Kübeln, Trichtern u. s. w. zu einem praktischen Entschlusse herauszuringen.

Wir werden im nachfolgenden nur einige der einfachsten und bewährtesten Einrichtungen kurz besprechen.

Der kalifornische Brutapparat.

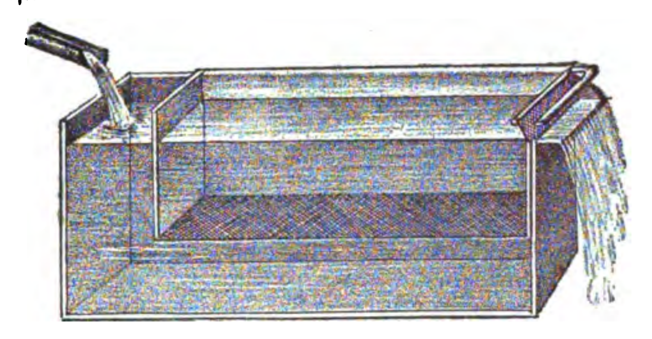
§ 5. In Beziehung auf die Wasserzuführung kann man im allgemeinen zwei Gruppen von Brutapparaten unterscheiden, solche mit Oberflächenströmung und solche mit aufsteigender Strömung (Ueberspülung und Unterspülung). Bei den Apparaten der ersten Gruppe fließt das Wasser, indem es oben ein- und auch wieder austritt, über die Eier hinweg. Diese können daher nur in einfacher Lage auf der Brutfläche (Kiesbett, Draht- oder Glasroste u. s. w.) des Apparates ausgebreitet werden; denn wollte man mehrere Eierschichten aufeinander lagern, so würden die untern Schichten so gut wie gar nicht von dem belebenden Wasserstrom berührt werden.

Bei den Apparaten der zweiten Gruppe tritt dagegen das Wasser von unten an die Eier heran, und infolge dessen wird es möglich die Eier ohne Schaden in mehreren Schichten auf einander zu lagern; das aufwärtsströmende Wasser lockert sie und umspült jedes Ei. Während also in den Bruttrögen mit Oberflächenströmung nur so viel Eier erbrütet werden können, als auf der Brutfläche des Troges in einfacher Lage Platz finden, lassen sich in den an Flächenausdehnung gleich großen Trögen mit Unterspülung je nach der Menge des durchströmenden Wassers fünf bis zehnmahlsoviel Eier unterbringen. Ein weiterer Vorteil dieser veränderten Wasserzuführung liegt alsdann noch darin, daß die Eier viel weniger von Schlammniederschlägen leiden.

Zu den Brutapparaten mit Unterspülung gehört der kalifornische Trog, welchen M. von dem Borne, angeregt durch die von Livingston Stone beschriebenen Einrichtungen in der Staats-Fischzuchtanstalt von Kalifornien, im Jahre 1878 in Deutschland einführte. Bis dahin hatte man bei uns und auch in den übrigen europäischen Ländern fast ausschließlich Apparate der ersten Gruppe gebraucht. Die früheren Versuche einzelner Fischzüchter (in Deutschland von Rueff-Stuttgart und Müller-Tschischdorf) das Prinzip der Unterspülung praktisch zu verwerten, waren nicht durchschlagend; erst M. von dem Borne reüssierte damit so vollständig, daß nun bald die ältern Apparate aus den Fisch-

zuchtanstalten verschwanden und dafür der kalifornische Trog und andere auf demselben Prinzipe beruhenden Apparate ihren Einzug hielten.

Unter den verschiedenen Formen, in welchen seit jener Zeit der kalifornische Trog gebraucht wird, ist wohl die Konstruktion Schuster die einfachste und daher auch die empfehlenswerteste.

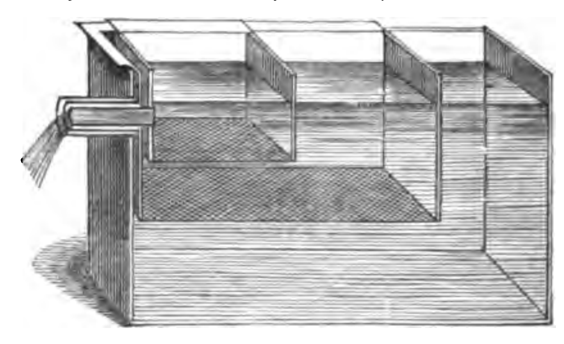


Schuster's kalifornischer Apparat besteht aus zwei in einander setzbaren Blechkasten. Der äußere Kasten (40 cm lang, 31 cm breit und 19 cm tief) hat oben unter dem Rande der einen schmalen (vordern) Seite eine über den größten Teil der Breite sich erstreckende rechteckige Abflußrinne; der kleinere (30 cm lang und breit, 13 cm tief) mit ähnlicher Abflußrinne und mit einem Siebboden versehen wird nun so eingesetzt, daß er mit seiner Vorderwand der des äußeren Kastens eng anliegt und dabei seine Abflußrinne in diejenige des äußern genau einpaßt; er ruht alsdann mit seinen umgeschlagenen obern Rändern auf den Rändern des äußern Kastens. Zwischen die beiden Abflußrinnen wird je nach Bedürfnis ein einfacher oder doppelter Flanellstreifen gelegt, um dadurch eine völlige Dichtung zu bewirken, so daß das Wasser, welches in den untern Kasten einströmt, durch den Siebboden des innern Kastens durchtreten, diesen von unten nach oben durchströmen und durch dessen Abflußrinne wieder ablaufen muß. Vor dieser ist dann noch, um das Entweichen der ausgeschlüpften Fischchen zu verhüten, ein über die ganze Breite sich erstreckendes Sperrsieb in schräger Stellung fest angebracht.

In einem solchen Kasten können bei einem Wasserdurchfluß von 2 bis 3 Liter pro Minute 5 bis 10 Tausend Forelleneier erbrütet werden; man geht indessen in der Regel nicht über 5 bis 6 Tausend hinaus. Will man die Eier verlesen, so lüftet man den innern Kasten etwas, indem man ihn an der hintern schmalen Seite emporhebt und dann wieder schnell herabdrückt. Die Eier wirbeln dadurch auf und sinken langsam wieder herab. Wiederholt man die stoßweise Bewegung bald in rascherem, bald in langsamerem Tempo, so kommen mit der Zeit alle verdorbenen Eier zum Vorschein und können herausgenommen werden. Selbstverständlich ist der Apparat mit einem Deckel zu versehen, um die Eier und Fischchen gegen zu helles Licht, gegen Staub und besonders auch gegen Spitzmäuse zu schützen.

Von dem Borne's tiefer kalifornischer Trog unterscheidet sich von dem Schuster'schen Apparat 1) durch andere Dimensionen, 2) durch die Abflußvorrichtung, 3) durch das nach Bedürfnis einsetzbare Sperrsieb und 4) durch den Fangkasten, welcher unter den Ausfluß des Troges gestellt wird, um die Fischchen aufzufangen und zurückzuhalten, welche aus dem Troge entweichen, wenn das Sperr- oder Vorsieb fortgenommen ist. Dieses liegt horizontal und bildet den Boden eines Kastens, der mit seiner Ausflußtülle ebenso in die Tülle des inneren Kasten gesteckt wird, wie dieser in den äußern. Der tiefe kalifornische Trog besteht demnach aus drei ineinandersetzbaren Kasten. Der äußere Kasten ist 40 cm lang, 25 cm breit und 25 cm tief, der mittlere mit Siebboden versehene 30 cm lang 25 cm breit und 10 cm tief, der dritte ebenfalls mit Siebboden

versehene, das Vorsieb, welches den Trog verschließt, 10 cm lang, 25 cm breit und 10 cm hoch oder tief. Die an jedem der drei Kasten unterhalb des oberen Randes der einen

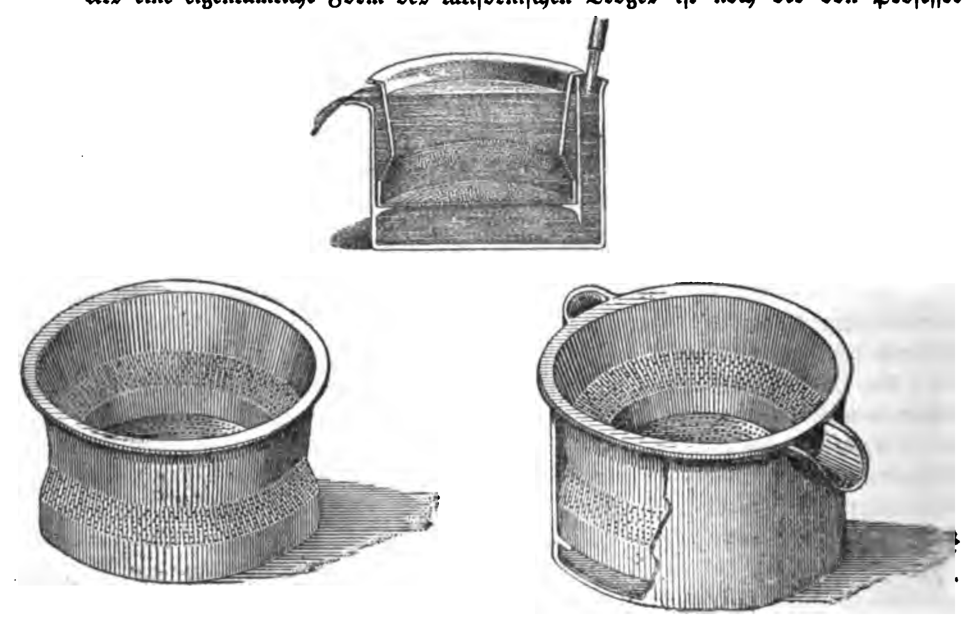


schmalen Seite angebrachten Abflußvorrichtungen sind röhrenförmig und müssen genau in einander passen. Bis zum Ausschlüpfen der Fischchen kann man Sperrsieb und Fangkasten entbehren. Erscheinen die ersten Fischchen, so wird der Fangkasten untergestellt und das Vorsieb in den Bruttrog eingesetzt. Um die Eihüllen zu entfernen, nimmt man täglich das Vorsieb fort und läßt die Schalen in den Fangkasten abschwimmen. Kommen in kurzer Zeit viele Eier aus, so verstopft sich das Sperrsieb leicht und das Wasser geht mit solcher Kraft durch die wenig offen bleibenden Sieböffnungen, daß die Dotterblasen herumschwärmender Fischchen durch das Sieb gedrückt werden. Deshalb ist es notwendig, in dieser Zeit das Vorsieb öfters zu reinigen. Die mit dem Abflußwasser entweichenden Fischchen müssen aus dem Fangkasten sofort wieder in den Bruttrog zurückgesetzt werden, weil sie in ersterem bald sterben.

Im übrigen ist die Handhabung und der Wasserverbrauch wie beim Schuster'schen Apparat. Für die Siebe ist 6 Drähte pro 1 cm eine angemessene Weite.

Die Aufstellung kann überall dort geschehen, wo in einem geschlossenen frostfreien Raum ein dauernder Strahl nicht verunreinigten Quell-, Bach- oder Flußwassers, der im Durchschnitt 2 Liter pro Minute liefert, zur Benutzung steht.

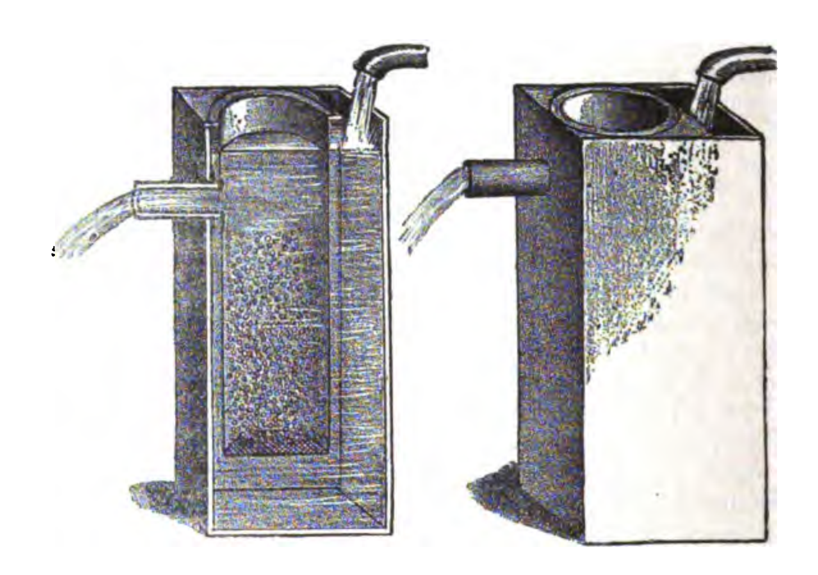
Als eine eigentümliche Form des kalifornischen Troges ist noch der von Professor



von la Valette St. George konstruierte Brutapparat zu erwähnen. Er besteht aus zwei ineinander passenden Trögen. Der äußere ist cylinderförmig, 26 cm tief mit einer lichten Weite von 30 cm. An der Außenseite ist ein Rohr angebracht, welches sich oben zur Aufnahme des Brutwassers etwas trichterförmig erweitert und dicht über dem Boden mit einer 5 cm weiten Oeffnung in den Trog ausmündet. Der Einflußöffnung gegenüber ist der Rand ausgeschnitten für den etwas geneigten Ablauf. Ueber der Mündung des Seitenrohres am Boden des Troges springt ein Rand von 1,5 cm Breite gegen den innern Raum vor. Auf diesem Rande ruht der zweite, eingeschobene Trog, dessen Boden siebartig durchlöchert ist und dessen Cylinderwand sich in einer Höhe von 5 cm um 2 cm verjüngt und dann bis zum obern Rande sich wieder zum Umfange des Bodens erweitert, der obere Rand ist nach außen umgebogen und greift über den obern Rand des äußern Cylinders über. Der verjüngte Teil des Innentroges ist wie der Boden siebförmig durchlöchert. Die Thätigkeit des Apparates ist hiernach folgende. Durch das seitliche Rohr fließt das Wasser in den untern Teil des Außentroges ein, tritt dann durch das Bodensieb des Innentroges und bespült hier die Eier, welche 5 cm hoch auf einander lagern können, tritt alsdann durch den Siebring der verjüngten Stelle wieder in den Außentrog, muß aber hier noch 5 cm steigen, um durch den Ausfluß nach außen gelangen zu können. In einer Minute läßt der Apparat 3 Liter Wasser durchlaufen. Eines Vorsiebes bedarf es bei dieser Einrichtung natürlich nicht, auch keines Fangkastens. Man kann die Fischchen bis zur vollendeten Reife in dem Brutapparat lassen. Ein Andrücken der Eischalen oder Fischchen an die Sieblöcher findet nicht statt. Um die Eier zu verlesen bezw. eine Umlagerung derselben zu bewirken, verfährt man ähnlich wie bei dem Schuster'schen und von dem Borne'schen Apparat, man hebt und senkt den Einsatz. Das verwendete Material ist Fayence. Die Porzellanfabrik von L. Wessel in Bonn liefert den Apparat zum Preise von 15 Mark. Professor Benecke teilt über diesen Apparat noch folgendes mit: „Der Fayenceboden läßt unmöglich so zahlreiche und dichtstehende Oeffnungen herstellen, wie sie in feinen Drahtgeflechten vorhanden sind, und bei einem Wasserzufluß, wie er für andere kalifornische Tröge noch genügt, haben wir selbst bei spärlicher Belegung des von la Valette'schen Troges immer viel Abgang beobachtet, indem diejenigen Eier, welche zwischen den Sieblöchern auf dem festen Fayenceboden auflagen, in Menge fleckig wurden und abstarben. Bei starkem Wasserdurchfluß werden die Eier natürlich häufig verschoben, so daß ungünstige Erscheinungen nicht vorkommen. Um die unstreitigen Vorzüge des von la Valette'schen Troges auch bei geringerem Wasserreichtum zu genießen, habe ich denselben aus Zinkblech, übrigens viereckig, in der Form der schuster'schen Apparate nachmachen lassen und erziele mit einem feinmaschigen Drahtgewebe als Boden des Eierbehälters vortreffliche Resultate." Klempnermeister H. Glauß in Königsberg i. P. liefert diesen Apparat (40 × 25 × 15 cm äußeres Maß), ungestrichen zu 8 Mk. Auch Professor von la Valette hat in neuster Zeit den Apparat in Kastenform aus Holz- und Drahtgeflecht konstruieren lassen (äußerer Holzkasten 52 × 46 × 17 cm, Innenkasten 41 cm und 11 cm tief). Dieser Apparat läßt in einer Minute 10 Liter Wasser durchlaufen und kann 10 000 Eier aufnehmen. Tischlermeister Peter Fröndgen in Poppelsdorf bei Bonn liefert ihn zum Preise von 10 Mk.

§ 6. Obschon die vorstehend beschriebenen Apparate zur Erbrütung aller derjenigen Fischarten gebraucht werden können, welche in der freien Natur eine längere Inkubations- und Dottersackperiode bei verhältnismäßig niedriger Wassertemperatur durchzumachen haben, so sind sie doch vorzugsweise nur für die größeren und schwereren Eier der Lachse, Forellen, Saiblinge, Huchen und Aeschen geeignet. Je kleiner die Eier sind und je mehr damit, wie z. B. bei den Coregoneneiern, die Eigenschaft verbunden ist, mehr oder weniger aneinander zu kleben und im abgestorbenen Zustande sehr bald von Schimmelpilzen heim-

gesucht zu werden, desto schwieriger, mühevoller und zeitraubender ist auch das Geschäft des Auslesens der verdorbenen Eier. Man ist daher bemüht gewesen, diesem Uebelstande durch anderweite Aenderungen des kalifornischen Troges möglichst zu begegnen. Man verkleinerte zunächst den Siebboden des Eiertroges und gab der Seitenwand desselben eine trichterförmige Gestalt. Bei entsprechender Regulierung des Wasserdurchflusses werden dadurch die kleinen Eier der Coregonen in fortwährender Bewegung erhalten, indem sie in der Mitte aufsteigen, sich an der Oberfläche ausbreiten und am Rande wieder niedersinken. Da nun außerdem kranke und abgestorbene Coregoneneier nach kurzer Zeit spezifisch leichter werden, so halten sich dieselben länger an der Oberfläche als die gesunden und können daher mit einem Sieblöffel oder flachen Gazekescher abgeschöpft werden. Solche Trichterapparate haben zuerst die amerikanischen Fischzüchter Bell, Fred Mather und Wilmot konstruiert. Die hierdurch gewonnenen Erfahrungen benutzend ging man darauf noch einen Schritt weiter und konstruierte nun Apparate, in welchen die Strömung so reguliert werden kann, daß die gesunden schwereren Eier sich nur bis zu einer gewissen Höhe aufwärts bewegen, die kranken und abgestorbenen aber bis an die Oberfläche kommen und hier abfließen oder doch abgeschwemmt werden können. Diesen Apparaten hat man den Namen Selbstausleser, Selfpicker, gegeben. In Deutschland sind dieselben durch M. v. d. Borne eingeführt. v. d. Borne's Selbstausleser ist nach demselben Prinzipe konstruiert, wie der tiefe kalifornische Trog.



Der äußere Kasten hat eine Höhe von 50 cm und ist dabei nur 15 cm breit und 20 cm lang. Der innere mit einem Siebboden von Drahtgaze versehene Eiertrog, v. d. Borne nennt ihn das Steigrohr, ist cylindrisch, 40 cm hoch und 10 cm weit. In einem solchen Cylinder können 50 000 Blaufelchen erbrütet werden. Die dazu erforderliche Wassermenge berechnet sich auf 75 kcm pro Sekunde = 4½ Liter pro Minute, wobei jedoch zu bemerken, daß man für gewöhnlich nur so viel Wasser durchlaufen läßt, als erforderlich ist, um die Eier ständig in langsamer Bewegung zu erhalten und dabei nicht ganz bis zur Abflußröhre aufsteigen zu lassen. Die abgestorbenen, spezifisch leichter gewordenen Eier sammeln sich alsdann nahe unter der Oberfläche an und werden nun täglich abgeschwemmt, indem man alsdann den Wasserzufluß zeitweilig entsprechend verstärkt. Läßt man fort-

während oder doch bei Eintritt größerer Sterblichkeit längere Zeit so viel Wasser durchfließen, daß der größte Teil der weißen Eier abschwimmen kann, so werden auch immer einige gesunde mit abfließen. Um diese nicht verlorengehen zu lassen, bringt man unter dem Auslauf einen Fangkasten an, wozu sich ein la Valette'scher Brutapparat ganz vorzüglich eignet, wenn man das Wasser unmittelbar in den Eiertrog desselben einlaufen läßt.

Auch die ausgeschlüpften Fischchen sammelt man am besten in einem solchen Fangkasten und verteilt sie, wenn ihre Zahl für einen Fangkasten zu groß geworden ist, in andere passende Behälter.

v. d. Borne empfiehlt, den Cylinder im innern mit roter Mennige lackieren zu lassen, weil man dann die Eier in demselben besser sehen kann. Der gewöhnliche Anstrich aller aus Zink- oder anderm Blech hergestellten Bruttröge, sowie auch der Drahtsiebe und gelochten Bleche besteht sonst aus syrischem Asphaltlack, den man mit Terpentinöl so weit verdünnt, daß er sich bequem streichen läßt. Statt des Terpentinöls kann man auch Benzin nehmen, wenn es darauf ankommt, daß der Anstrich schnell trocknet. Der Asphaltlack wird kalt bezw. in einem geheizten Zimmer angewendet. Vor Wiederholung eines jeden Anstrichs muß der vorhergehende vollständig trocken sein. Ich habe statt mit Asphaltlack meistens mit Steinkohlenteer und Terpentin (etwa 9 zu 1) anstreichen lassen und vollständig zufriedenstellende Resultate erhalten. Der Steinkohlenteer wird erwärmt und dann allmählich so viel Terpentin zugesetzt, bis unter stetem Rühren die nötige Dünnflüssigkeit erzielt ist.

Inkubationsdauer und Verhalten der Eier während derselben.

§ 7. Die in einem Brutapparat ausgelegten Eier sind selbstverständlich täglich zu revidieren und die schlecht gewordenen, welche weiß und kalkig erscheinen, auszulesen. Hierbei haben nun zahlreiche Erfahrungen gelehrt, daß frisch befruchtete Eier gegen Stoß und jede andere heftige Bewegung äußerst empfindlich sind, und daß diese Empfindlichkeit allmählich in dem Maße abnimmt, als die Entwicklung des Embryos fortschreitet. Frisch befruchtete Eier können daher längere Transporte, auf welchen sie gerüttelt und geschüttelt werden, nicht vertragen, wie denn auch in den ersten Wochen nach der Befruchtung beim Auslesen der schlecht gewordenen Eier jeder Stoß und jede Erschütterung in den Bruttrögen vermieden werden muß.

Hat sich der Embryo so weit entwickelt, daß seine Augen im Ei als ein paar schwarze Punkte sichtbar werden, so ist die gefährliche Anbrütungsperiode überwunden. Die Eier sind alsdann gegen Druck und Stoß viel weniger empfindlich und können selbst eine ziemlich rauhe Behandlung vertragen; sie sind jetzt auch transportfähig und können zwischen feuchter Watte oder Moos verpackt und gegen Wärme und Kälte geschützt, auf die weitesten Entfernungen verschickt werden. Hat das durch die Brutapparate laufende Wasser eine durchschnittliche Temperatur von 2,5° R., so werden bei Forelleneiern die Augen als schwarze Punkte nach ca. 78 Tagen sichtbar, hat es aber eine Temperatur von 5°, so erscheinen die Augenpunkte schon nach ca. 40 bis 42 Tagen; im letztern Falle schlüpft dann der junge Fisch nach weitern 40 Tagen aus. Kann man also die Eier mittelst Anwendung von Eis so verpacken und transportieren, daß die sie umgebende feuchte Watte sich während der Dauer der Reise nicht über 5° erwärmt, so kann der Transport ohne Schaden 30 bis 35 Tage andauern; kann man die Temperatur der verpackten Eier im Durchschnitt auf 2,5° erhalten, so verzögert sich dementsprechend die weitere Entwickelung und die Reisedauer kann ohne Schaden bis auf 70 Tage ausgedehnt werden. Auf diese Weise ist es möglich geworden, den californischen Lachs und andere Salmoniden Amerikas nach Europa zu

übersiedeln und umgekehrt den europäischen Lachs und die Lachsforellen nach Amerika und nach Australien.

Die zur Erbrütung von Lachseiern erforderliche Wärmesumme berechnet sich nach den im Fischbrutzimmer der Forstakademie Münden täglich angestellten Temperaturbeobachtung auf 424° R. und zwar bis zum Erscheinen der Augenpunkte auf 232° und von da bis zum mittlern Ausschlüpftermin auf 192°.

Hiernach würde also, wenn das Tempo, welches die embryonale Entwicklung nimmt, innerhalb gewisser Grenzen und bei sonst genügender Beschaffenheit des Brutwassers lediglich von dem Gange der Temperatur abhängig ist, die ganze Inkubation, d. i. die Zeit von der Befruchtung bis zum Ausschlüpfen, dauern:

bei 4° R. 106 Tage
„ 5 „ 85 „
„ 6 „ 71 „
„ 7 „ 61 „
„ 8 „ 53 „

und davon bis zum Erscheinen der Augenpunkte in Anspruch genommen werden

bei 4° R. 58 Tage
„ 5 „ 47 „
„ 6 „ 39 „
„ 7 „ 33 „
„ 8 „ 29 „

Für Forelleneier stellt sich die zur Erbrütung erforderliche Wärmesumme um ein Geringes niedriger, nämlich auf 400°, wovon 218° auf die Periode bis zum Erscheinen der Augenpunkte und 182° auf die Zeit von da bis zum mittlern Ausschlüpftermin entfallen.

Vorstehende Zahlen sind nicht ohne praktischen Wert; sie können zumal bei bekannter Temperatur des Brutwassers zur Kontrolle des Verlaufs der Campagne dienen, sowie zur Beantwortung von mancherlei in der Praxis sich aufwerfenden Fragen. Hier nur zwei Beispiele.

Die Lachsbrut-Anstalt Schlickersbrunn bei Hameln an der Weser soll angeblich mit Wasser von 7½° R. arbeiten. Werden also, wie dies in der Regel der Fall ist, die meisten Lachseier dort um die Mitte des Monats November gewonnen, so müssen dieselben schon nach $\frac{427}{7\frac{1}{2}}$ (Wärmesumme dividiert durch die Mitteltemperatur), d. i. nach 58 bis 59 Tagen, oder, vom 15. November an gerechnet, am 13. oder 14. Januar ausschlüpfen. Sollen die jungen Fischchen nun nicht gefüttert werden, so müssen sie bereits 5 Wochen später, wenn der Dottersack aufgezehrt ist, also gegen Ende Februar ins freie Wasser ausgesetzt werden. Um diese Zeit hat aber die Weser in der Regel noch eine sehr niedrige Temperatur; die Fischchen finden infolge dessen den Tisch noch nicht gedeckt, und wenn dazu außerdem noch, wie im Jahre 1883, an verschiedenen Tagen im März Grundeisbildung eintritt, so wird man auf einen Erfolg von so frühzeitiger Brutaussetzung nicht rechnen können. Es ist deshalb in unserm norddeutschen recht unbeständigen und schwankenden Frühjahrsklima kaltes Brutwasser, welches die Entwicklung verzögert, eine Hauptbedingung für den Betrieb der künstlichen Fischzucht.

Bei einer Fischzucht-Anstalt, welche Brutwasser von 4° Durchschnittstemperatur benutzt und ihre Haupternte an Forelleneiern etwa am 25. November gehalten hat, bestellt ein Fischzüchter, der aus irgend welchen wirtschaftlichen Gründen in der Benutzung seiner Wasserleitung zu Fischbrutzwecken auf die Monate Februar, März und April beschränkt ist, 10000 Eier mit der Weisung, die Sendung so zu effektuieren, daß die Eier in seinen Brut-

trögen mit Wasser von 5° nach ca. 14 Tagen zum Ausschlüpfen kommen. Wann sind die Eier abzuschicken?

Die Augenpunkte erscheinen nach $\frac{218}{4}$ (Wärmesumme dividiert durch mittlere Wassertemperatur) = 55 Tagen, also (vom 25. November an gerechnet) etwa am 19. Januar; nun ist bis zum Ausschlüpfen noch eine Wärmesumme von 182° erforderlich, woran aber 14mal 5° = 70° auf die zweite Brutanstalt entfallen sollen. Ziehe ich daher diesen Betrag von 182 ab und dividiere den Rest durch 4, so erhalte ich die Anzahl der Tage, welche die Eier nach dem Erscheinen der Augenpunkte noch in der ersten Brutanstalt zu verwahren sind: $\frac{182-70}{4}$ = 28 Tage. Die Sendung ist also am 16. Februar zu effektuieren.

Obschon die Dauer der Inkubation in der Hauptsache von der Temperatur des Brutwassers abhängt, so kann doch nicht bezweifelt werden, daß dabei auch noch andere Faktoren verzögernd oder beschleunigend mitwirken. So in erster Linie der Luft- bezw. Sauerstoffgehalt des Wassers und in zweiter Reihe das Licht. Höchst wahrscheinlich haben wir zur Erklärung der auffallenden Thatsache, daß zu gleicher Zeit befruchtete und unter gleichen Bedingungen gebrütete Eier ein und derselben Fischart, ja ein und desselben Rogeners nicht zu gleicher Zeit ausschlüpfen, sondern daß oft zwischen Beginn und Beendigung des Ausschlüpfens ein Zeitraum von 8 Tagen bis 4 Wochen liegt, die genannten beiden Faktoren mit in Anspruch zu nehmen. Das ungleichmäßige Ausschlüpfen wird eben bedingt durch die geringen aber stetig wirkenden Ungleichheiten, welche der Natur der Sache nach in unsern Brutapparaten vorhanden sein müssen, einmal in Beziehung auf den Sauerstoffgehalt des Wassers und sodann in Beziehung auf die Abstumpfung des Lichtes oder die Verteilung zwischen Licht und Schatten.

Dottersackperiode und Verhalten der Fischchen.

§ 8. Bei allen zur Ordnung Teleostei gehörigen Fischen dient nur ein gewisser Teil des Eidotters zur Bildung des Fischkeimes; die übrige Dottermasse, der sog. Nahrungsdotter wird nach und nach von dem wachsenden Keim aufgesogen. Die meisten Fischarten schlüpfen nun aus dem Ei, bevor sie den Nahrungsdotter ganz aufgesogen haben; sie bringen den noch übrigen Rest in einer am Bauch gelegenen sackförmigen Anschwellung mit auf die Welt und fangen erst an zu fressen, wenn dieser Dottervorrat verbraucht ist.

Wie die Dauer der Inkubation, so ist auch die Dauer des Dotterstadiums bei den verschiedenen Fischarten eine ungleiche und außerdem noch für jede einzelne Fischart innerhalb gewisser Temperaturgrenzen veränderlich. So dauert die Dottersackperiode der Forelle bei 2° R. Wassertemperatur ungefähr 77 Tage, bei 8° aber nur 30 Tage.

Je größer das Fischei, desto größer ist im allgemeinen auch der Dottersack und desto länger hat daran das junge Fischchen, der Dotterling, zu zehren. Die im Herbst oder zu Anfang des Winters laichenden Salmoniden mit großen Eiern, die Lachse, Forellen und Saiblinge, haben daher eine längere Dottersackperiode, als die zur selben Zeit unter gleichen oder doch nahezu gleichen Temperaturverhältnissen laichenden Coregonen mit kleineren Eiern; und bei den im Frühjahr oder zu Anfang des Sommers laichenden karpfenartigen Fischen, deren Eier kaum so groß sind, als die der kleinen Maräne, verschwindet der Dottersack schon in wenigen Tagen.

Während ferner die Fische mit kleinem Dottersack gleich nach dem Ausschlüpfen sehr beweglich sind und selbst die Coregonen schon am zweiten oder dritten Tage munter umherschwimmen und sich gern an der Oberfläche halten, sind dagegen alle Lachs-, Forellen- und Saiblingsarten infolge des großen und schweren Dottersackes sehr unbehülflich und schwer-

fällig. Sie liegen in der ersten Zeit nach dem Ausschlüpfen zumeist in seitlicher Lage ruhig auf dem Grunde und erheben sich nur ruck- oder stoßweise, um alsbald wieder niederzusinken. Sie suchen bald die dunkelsten Stellen und Ecken des Bruttroges auf und drängen sich dabei allmählich in so dicken Schichten zusammen, daß nicht selten in solchen Bruttrögen, welche nur Oberflächenströmung haben (Coste'sche Kacheln), die untersten Fischchen ersticken. In Bruttrögen mit aufsteigendem Wasserstrom ist diese Erstickungsgefahr nicht vorhanden; hier darf nur solange als die Dotterblase noch recht groß ist, der innere Trog nicht gehoben werden, wie dies sonst beim Verlesen der Eier geschieht, weil sonst die am Grunde liegenden Fischchen durch den entstehenden Wasserdruck mit der äußerst zarten und nachgiebigen Dotterblase in die Löcher des Siebbodens eingeklemmt werden.

Je kleiner und beweglicher die Dotterlinge von vorn herein sind, desto größere Sorgfalt hat man auch von anfang an auf den sichern Abschluß der Brutapparate durch geeignete Sperrsiebe zu richten, bezw. für Aufstellung sicherer Fangkasten zu sorgen. Es gilt dies besonders von Coregonen (auch von Hechten und Barschen, die am besten in Selbstauslesern erbrütet werden); die kleinste Spalte genügt, um Tausende von diesen winzigen Dotterlingen entschlüpfen zu lassen. Bei Lachsen und Forellen wird die Beweglichkeit erst eine größere, wenn die Dottersackperiode etwa bis zur Hälfte vorüber ist; auch sie zwängen sich dann gern, der Strömung folgend, durch unbeachtet gebliebene, verhältnismäßig sehr kleine Spalten und Oeffnungen.

Bei den zuletzt genannten Fischarten stellt sich mitunter während der letzten Hälfte der Dottersackperiode und zumal gegen den Ablauf derselben, wenn die Fischchen schon anfangen nach kleinen Stäubchen im Wasser zu schnappen, eine größere Sterblichkeit ein. Will oder kann man dann die Fischchen noch nicht in andere Gewässer aussetzen, sondern muß sie noch einige Zeit in den Bruttrögen aufbewahren, so verhütet man weitere Verluste nach den Versuchen von Müller-Tischdorf in Schlesien durch Eingießen von Lehmwasser, während von amerikanischen Fischzüchtern das Einstreuen von fetter Gartenerde oder das Einlegen von frischen Rasenstücken empfohlen wird. Ueber den Lehmgebrauch teilt der genannte schlesische Fischzüchter in der deutschen Fischereizeitung, Jhrg. 1885, Nr. 18, Folgendes mit. „In diesem Jahre habe ich weitere Proben gemacht und gefunden, daß derjenige Fischzüchter, welcher den Lehm richtig benutzt, weder Pilzbildung noch den Uebergang der Fische von der Dotterblase zum Füttern zu fürchten braucht. Ich habe Forellen, die schon seit 14 Tagen Futter nehmen, mit Lehm behandelt. Ich habe täglich mehrere Male durch Auflösung von Lehm das Wasser im Bassin so gelb gemacht, daß es wie ein Lehmsumpf aussah und die Folge davon ist, daß die Fischchen gut gedeihen und daß keine Verluste vorkommen. Die Fischchen sind so munter, wenn sich das Wasser geklärt hat, als hätte ich die besten Insekten gefüttert, ein Beweis, daß Wasser von Lehm getrübt, nichts schadet, sondern nützt. Bemerken muß ich hierbei, daß ich keinerlei anderes Futter gebraucht habe. — Die Fischchen bis zur Aufzehrung der halben Dotterblase zu ziehen, ist kinderleicht, aber dann beginnt die Schwierigkeit. Ich kann dreist behaupten, der Lehm hilft auch über diese Klippen".

Transport und Aussetzung der Fischbrut.

§ 9. Fangen die Fischchen an zu fressen, so ist es Zeit sie aus den Brutapparaten zu entlassen; sie gehören von da ab entweder in die freien Gewässer oder in besondere Aufzuchtgräben, Hälter und Teiche. Mit dem Verschwinden der Dotterblase ist die Aufgabe der künstlichen Fischzucht beendigt; der Transport der Fischchen und ihre Aussetzung in die für sie bestimmten Gewässer bilden den Abschluß.

Zum Transport bedient man sich in der Regel besonders eingerichteter Gefässe aus Zink- oder Weißblech; ist jedoch die Entfernung des Bestimmungsortes eine geringe, so

genügt dazu auch schon eine gewöhnliche Gießkanne u. dgl. Die für weitere Transporte per Eisenbahn oder Wagen gebräuchlichen Gefässe haben entweder, wie die gewöhnlichen Kannen zum Milchtransport, eine cylindrische Form, die sich erst oben konisch verjüngt und dann in einen kurzen weiten Hals ausläuft, oder sie sind schon von unten an konisch und endigen ebenfalls mit einem cylindrischen Hals, der in beiden Fällen durch einen cylindrischen Einsatz, welcher dem Hals in Höhe und Weite entspricht und unten einen Siebboden hat, verschlossen werden kann. Dieser genau in den Hals passende Cylinder ist zur Aufnahme von Eisstücken bestimmt, um das Wasser kühl zu erhalten. Für den Transport von Coregonenbrut sind hohe Gefässe vorzuziehen, da die Fischchen fortwährend die ganze Wassermasse durchschwärmen, auch müssen in diesem Falle die Kannen bis oben hin mit Wasser gefüllt sein; für Forellen und Lachse, welche sich mehr am Grunde aufhalten, sind dagegen weite und niedrige Transportgefässe besser. Wird dem Transporte auf der Eisenbahn ein besonderer Begleiter mitgegeben, so wird man zwar dann und wann einen Wasserwechsel vornehmen können, indessen ist davon in den meisten Fällen doch abzuraten, um die Fischchen vor den nachteiligen Einflüssen eines plötzlichen Temperaturwechsels zu bewahren; vielmehr empfiehlt es sich mittelst eines Blasebalg von Zeit zu Zeit reichlich Luft einzublasen. Zu diesem Zweck müssen die Transportgefässe noch mit einem etwa 1,5 bis 2 cm weiten Luftrohr versehen sein, das bei den cylindrischen Kannen dicht über dem Beginn der konischen Verjüngung etwas nach außen vorsteht und alsdann an der Innenwand bis fast auf den Boden gerade herabläuft; bei den konischen Gefässen beginnt dieses Rohr außen am Halse. Mit Hilfe eines Gummischlauchs, dessen eines Ende auf den vorstehenden Teil des Luftrohrs aufgesetzt und dessen anderes Ende über die Röhrenspitze des Blasebalgs gezogen wird, läßt sich das Lufteinblasen leicht und bequem bewerkstelligen. Will man Fischbrut ohne Begleiter versenden, so muß das Transportgefäß ähnlich wie ein Schwefelsäure-Ballon verpackt werden: es ist also in einen Korb von solcher Weite und Höhe zu setzen, daß unten am Boden und ringsherum bis zum Halse, der oben frei bleibt, eine hinreichend dicke Isolierschicht von Stroh u. dgl. Platz findet. Eckardt in Lübbinchen nimmt zu dieser Isolierschicht trockenes Moos mit Eisstückchen gemischt. Um das Lecken des Korbes möglichst zu vermeiden, wird derselbe erst in passender Weise mit Packpapier ausgelegt. Ist die Verpackung aus welcher die Kanne nur mit dem oberen Halsteil hervorsieht, fertig, so beginnt die Wasserfüllung und das Einlassen der Fischchen. Bei Coregonenbrut muß außerdem der Cylinderverschluß mit Gaze umlegt werden, damit die Fischchen nicht durch die Löcher des Siebbodens austreten können. In einer Kanne von 35 bis 40 Liter Inhalt können auf diese Weise 5000 Stück Forellen oder Lachsbrut oder 10000 Stück Coregonenbrut ziemlich weit verschickt werden. Je kühler sich das Wasser hält, desto länger darf der Transport dauern und desto größer ist auch die Anzahl der Fischchen, welche in der gleichen Wassermenge transportiert werden können.

Selbstverständlich ist beim Aussetzen der Fischchen wiederum jeder schroffe Temperaturwechsel zu vermeiden und daher die Temperatur des Wassers in den Transportkammern vor dem Auslassen der Fischchen allmählich auf diejenige herauf- oder herabzustimmen, welche das Aussetzungswasser hat.

§ 10. Die Frage, wo die Fischbrut in die freien Gewässer ausgesetzt werden soll, gehört schon nicht mehr in das Gebiet der künstlichen Fischzucht. Sie reiht sich indessen hier am passendsten an und mag daher, zumal auch noch vielfach in puncto des Aussetzens gefehlt wird, kurz berührt werden. Ihre Antwort ist aus dem biologischen Verhalten der betreffenden Fischarten zu entnehmen. In der freien Natur finden wir die jungen Fischchen in der ersten Zeit nach ihrer Geburt immer nur in der Nähe der Laichplätze; erst allmählich mit fortschreitendem Alter entfernen sie sich von diesen Aufenthaltsorten.

Künstlich erbrütete Fischbrut ist daher ebenfalls da auszusetzen, wo die erwachsenen

Fische ihre Laichstätten haben, oder doch in solchen Strecken, die in ihrer Naturbeschaffenheit am meisten mit den Laichrevieren übereinstimmen. Nur hier finden die jungen Fischchen zusagende Nahrung und zugleich auch entsprechenden Schutz, um sich vor ihren Feinden verstecken und andern Fährlichkeiten ausweichen zu können. Forellen und Lachse sind daher an flachen Stellen von Bächen und kleinen Flüssen auszusetzen, wo die Strömung nicht allzulebhaft über Steine, Geröll- oder groben Kiesgrund hinweg geht; für Aeschen sind etwas ruhigere mit Pflanzenwuchs versehene Strecken ohne Steine und Geröll vorzuziehen; für Maränen in den Seen passen solche Stellen am besten, wo der Grund unweit der Ufer mit Laichkräutern, namentlich mit Characeen dicht bewachsen ist. Selbstverständlich sind nicht zu viele Fischchen an ein und derselben Stelle auszusetzen, vielmehr dieselben auf weitere Strecken angemessen zu verteilen.

Eine ähnliche Bewandnis, wie mit der Frage wo, hat es mit der Frage, zu welcher Zeit die Fischbrut in die freien Gewässer ausgesetzt werden soll. Die Antwort hierauf lautet ganz einfach: Jedenfalls nicht früher als Fischbrut derselben Art und desselben Alters in der freien Natur angetroffen wird, oder mit andern Worten: Jedenfalls nicht früher, als in der freien Natur die Existenzbedingungen für die fragliche Fischbrut vorhanden sind. Lachs- und Forellenbrut sollte daher, wenigstens in Norddeutschland, niemals vor Mitte oder Ende April ausgesetzt werden. Hieraus folgt, daß Brutanstalten, welche die Eier der beiden genannten Salmonidenarten im Laufe des Monats November gewinnen und dieselben bis zum Aussetzen erbrüten wollen, nicht mit Wasser arbeiten dürfen, dessen mittlere Temperatur während des Zeitraums von Mitte November bis Ende März über 3,5 bis 4° R. beträgt. Forellenbrutanstalten, die ihre Eier regelmäßig erst von Mitte Januar bis Ende Februar ernten, wie z. B. Rhumspringe am Harz, können dagegen Brutwasser von 6 bis bis 7° R. unbedenklich benutzen. Bei Anlage von Brutanstalten spielt daher die Frage nach der Temperatur des Brutwassers eine wichtige Rolle. Die in dieser Beziehung für Forelle und Lachs zu erhebenden Ansprüche ergeben sich aus dem Vorstehenden sowie aus den in § 7 mitgeteilten Zahlenwerten. Für Coregonen, welche in großen und tiefen Seen leben, und auch für Saiblinge liegen diese Ansprüche nicht innerhalb so enger Grenzen; die Existenzbedingungen sind hier nicht so stark von der Jahreszeit abhängig, da kleine Nährtiere für Coregonen- und Saiblingsbrut auch zur Winterszeit in den Seen vorhanden sind.

IV. Teichwirtschaft.

Begriff und Eigenschaften der Teiche im allgemeinen.

§ 11. Unter Teichwirtschaft verstehen wir den geregelten Betrieb der Fischzucht in Teichen, das ist in solchen an sich zur Fischzucht geeigneten Wasserbehältnissen, welche nach Gefallen bis auf den Grund abgelassen und dann wieder angestaut oder gespannt, d. h. mit Wasser gefüllt werden können.

Teiche, welche zu jeder Zeit mit dem für die Fischzucht nötigen Wasser angefüllt erhalten werden können, heißen beständige Teiche; Sommerteiche enthalten nur während der Sommerhälfte des Jahres, Winterteiche nur während des Winterhalbjahres den für die Fischzucht nötigen Wasserstand.

Vollständige Teiche sind solche, welche beim Ausfischen rein ablaufen, so daß der Teichgrund alsbald ganz abtrocknen kann; bleiben dagegen beim Ausfischen wegen Mangels an Gefälle eine oder mehrere Wasserstellen im Teichraume zurück, so ist der Teich ein unvollständiger.

Werden die Teiche durch Fluß-, Bach- oder Quellwasser gespeist, so kann man sie als Fluß-, Bach- oder Quellteiche bezeichnen; haben sie gar keinen Zufluß von Bächen

oder Quellen, sondern werden sie nur mit Wasser von den in ihren Flut- oder Zuflußgebieten stattfindenden atmosphärischen Niederschlägen gespeist, so nennt man sie **Himmelsteiche**.

Betriebsarten.

§ 12. Bei der Fischzucht in Teichen kommen zweierlei Betriebsarten vor, der **Klassenbetrieb** und der **Femelbetrieb**.

Beim **Klassenbetrieb** werden die Fische nach **Altersklassen** (Jahrgängen) getrennt in gesonderten Teichen herangezogen (Laichteiche, Streckteiche und Haupt- oder Abwachsteiche); beim **Femelbetriebe** findet dagegen die Erzeugung, An- und Fortzucht der Fische bis zur Marktwaare u. s. w. in allen Teichen statt. Es stehen hier also in jedem Teiche die verschiedenen Altersstufen beisammen und werden davon jährlich die ältesten Fische und etwa überschüssige jüngere genutzt.

Obschon der Femelbetrieb bezüglich seines Naturalertrages dem Klassenbetriebe nicht nachsteht, so ist er doch bezüglich seiner Ausführung weit schwieriger und umständlicher. Seine Anwendung wird deshalb nur da in Frage kommen, wo es sich um einzelne Teiche handelt, die einen regelmäßigen Klassenbetrieb nicht zulassen, und wo man weniger Gewicht auf die Umständlichkeit des Betriebes legt als auf die Annehmlichkeit, jährlich Speisefische zu erhalten. Wir gehen daher hier nicht weiter auf diesen Betrieb ein, sondern wenden uns ausschließlich dem Klassenbetriebe zu und zwar zunächst demjenigen der Karpfenzucht.

Teicharten und Wirtschafts-Kombinationen.

§ 13. Zur Karpfenzucht im Klassenbetriebe ist immer eine gewisse Anzahl von Teichen erforderlich, die man nach ihrer besonderen wirtschaftlichen Verwendung in **Zuchtteiche**, **Haupt- oder Abwachsteiche**, **Winterungen** und **Vorratsbehälter** einteilt.

Die **Zuchtteiche** zerfallen wieder in **Laich-** und **Streckteiche**.

Die **Laichteiche** sind zur Erzeugung der Brut und deren Aufzucht während des ersten Lebensjahres bestimmt; sie werden daher mit einer gewissen Anzahl von Laichkarpfen besetzt und jährlich ausgefischt.

Die **Streckteiche** bezwecken die weitere Fortzucht der Brut im zweiten und wohl auch im dritten Jahre (Streckteiche I und II Ordnung), um die Fische so weit heranwachsen und erstarken zu lassen, daß sie mit desto größerer Aussicht auf Erhaltung des Lebens in die gefahrvolleren Hauptteiche versetzt werden können. Die Streckteiche werden jährlich besetzt und abgefischt.

In den **Haupt-** und **Abwachsteichen** bleiben alsdann die Fische bis sie diejenige Stärke erlangen, in welcher sie der Benutzung als Speisefische oder Kaufmannsware am besten entsprechen, also ein Gewicht von 2 bis 4 Pfd. erreichen. Je nachdem dieses Ziel nach ein-, zwei- oder dreijährigem Stande in den Hauptteichen erreicht wird, werden diese alljährlich oder nach zwei bezw. nach drei Jahren abgefischt. Da nun aber der regelmäßige Klassenbetrieb **jährlich** Speisefische liefern soll, so müssen selbstredend bei zwei- und dreijährigem Stande in den Hauptteichen auch zwei bezw. drei Hauptteiche vorhanden sein, von denen jedes Jahr einer zur Abfischung und Besetzung kommt. Hiernach können also, wenn wir vorläufig von den Winterungen und Vorratsbehältern absehen, die ja mit dem Zuwachs an sich nichts zu schaffen haben, bei drei-, vier- oder fünfjährigem Umtriebe (d. i. die Zeit von der Erzeugung des Karpfen bis zur Ernte als Speisefisch), nachfolgende Abteilungs-Kombinationen der Gesamtfläche an Zucht- und Hauptteichen vorkommen.

Bezeichnung	Umtriebszeit	Die Teichwirtschaft kann bestehen aus				Stand der Fische in den Hauptteichen
		Laichteich	Streckteich I. O.	Streckteich II. O.	Hauptteich	
a	3jährig	1	0	0	2	2jährig
b	"	1	1	0	1	1 "
c	4jährig	1	0	0	3	3 "
d	"	1	1	0	2	2 "
e	"	1	1	1	1	1 "
f	5jährig	1	0	0	4	4 "
g	"	1	1	0	3	3 "
h	"	1	1	1	2	2 "

Von diesen Kombinationen muß a priori diejenige für die rationellste gehalten werden, mittelst welcher die Brut in der kürzesten Zeit zur Verkaufsware herangezogen wird. Die kürzeste Umtriebszeit, bei welcher dies in Deutschland möglich ist, beträgt bei sehr guten und außerdem sehr geschützt gelegenen Teichen drei Jahre; gewöhnlich sind dazu 4 Jahre erforderlich, ja bei sehr vielen Karpfenwirtschaften finden wir noch von Alters her einen 5jährigen Umtrieb. Mehr als 4 Jahre sollten aber dazu überhaupt nicht angesetzt werden, da ja die meisten Karpfen im 5ten Jahre (manche sogar schon im vierten) laichen und während der Laichzeit wenig oder gar nicht zuwachsen. Außerdem wird mit zunehmendem Alter der Zuwachs an Fleisch im Verhältnis zum Futterbedarf geringer, da ein Teil der Nahrung zur Ausbildung der Generationsprodukte Verwendung findet und der Bedarf an Erhaltungsfutter sich steigert.

Zieht man ferner noch in Ueberlegung, daß jeder Streck- und Hauptteich vorteilhafter ausgenutzt wird, wenn man den Satz darin nicht länger als 1 Jahr stehen läßt und zwar aus dem einfachen Grunde, weil diejenige Anzahl von Fischen, welche darin im ersten Jahre genügendes Futter findet, dieses im zweiten bezw. im dritten Jahre aber schon nicht mehr in dem der Zuwachsfähigkeit der Fische entsprechenden Verhältnisse finden wird: so liegt die Zweckmäßigkeit nicht allein der jährlichen Versetzung des Streckgutes, sondern auch des einjährigen Standes der Fische in den Hauptteichen auf der Hand, und es erscheinen daher unter den oben aufgeführten Kombinationen die mit b und e bezeichneten als die wirtschaftlich vorteilhaftesten.

Flächenverhältnis der Teicharten.

§ 14. Um aus der Karpfenzucht im Klassenbetriebe den höchst möglichen Nutzen zu ziehen, müssen ferner die Flächen der Zucht- und Hauptteiche in einem bestimmten Verhältnis zu einander stehen; ebenso müssen, wenn die Zuchtteiche nicht überwinterungsfähig sind, die Winterungen oder Kammern ihrer Anzahl und Größe nach der Anzahl der zu überwinternden Fische entsprechen.

Dieses richtige, dem Umfange und den örtlichen Verhältnissen der Teichwirtschaft, sowie der Leistungsfähigkeit der einzelnen Teiche entsprechende Verhältnis ausfindig zu machen, ist durchaus Sache der Erfahrung. Bei Neueinrichtung einer Teichwirtschaft oder bei Uebernahme einer solchen, wo keine zuverlässigen Erfahrungen über die bisherige Wirtschaft vorliegen, bleibt daher weiter nichts übrig, als sich behufs Aufstellung des Wirtschaftsplanes vorerst nach den bei andern geregelten Teichwirtschaften gewonnenen Erfahrungen zu richten und diese als Anhaltungspunkte gelten zu lassen.

Sind die Teiche hinsichtlich ihrer Nahrungsverhältnisse nicht zu sehr verschieden, so gestaltet sich nach Nicklas (Teichwirtschaft pag. 155) das Flächenverhältnis der Teicharten in der Regel folgendermaßen.

Von 100 ha Gesamtteichfläche entfallen bei 5jährigem Umtriebe (nach Kombination

h) 4 ha auf Laichteiche, 12 ha auf Streckteiche I O., 18 ha auf Streckteiche II O., 60 ha auf Abwachsteiche [wovon bei 2jährigem Stande der Fische jährlich 30 ha zum Abfischen und Wiederbesetzen kommen] und 6 ha auf Winterungen.

Bei 4jährigem Umtriebe (Kombination e) ändert sich, wenn wir dasselbe Besatzungsverhältnis bei 1jährigem Stande im Hauptteiche wie vorhin bei 2jährigem Stande beibehalten, das Flächenverhältnis dahin, daß 6 ha auf Laichteiche, 17 ha auf Streckteiche I O., 25,5 ha auf Streckteiche II O., 42,5 ha auf Hauptteiche und 9 ha auf Winterungen kommen.

Bei dreijährigem Umtrieb (Kombination b), der wohl nur bei kleineren Teichwirtschaften vorkommt, rechnet Nicklas a. a. O. 10 % für Laichteiche, 30 % für Streckteiche, 45 % für Hauptteiche und 15 % für Winterungen, von welcher Winterungsfläche indessen ein Teil für die Zucht bestimmt werden kann.

Verhältnis und Stärke der Besatzung in Streck- und Hauptteichen.

§ 15. Mit den vorstehenden Flächenverhältnissen zwischen Haupt- und Streckteichen muß nun auch die Besatzung derselben sich in Uebereinstimmung befinden, d. h., es dürfen in den Streckteichen weder zu viel noch zu wenig Besatzfische für die Hauptteiche herangezogen werden. Dieser Anforderung wird Genüge geleistet, wenn die Besatzung des Hauptteiches sich zur Besatzung des Streckteiches verhält, umgekehrt wie die zugehörigen Flächen. Setzen wir also die Besatzung des Hauptteiches = 1, so ist beim 3jährigen Umtriebe die Besatzung des Streckteiches = 45 : 30 = 1,5 und beim 4 bezw. 5jährigen Umtriebe diejenige des Streckteiches I O. = 42,5 : 17 bezw. 30 : 12 = 2,5 und die des Streckteiches II O. = 42,5 : 25,5 bezw. 30 : 18 = 1,66 . . . (= 1,67).

Für die Stärke der Besatzung, d. i. die Stückzahl pro Flächeneinheit, muß wiederum die Erfahrung das Richtige an die Hand geben. Man pflegt pro Hektar zu rechnen

	bei guter,	mittlerer,	schlechter	Qualität
für Streckteiche I O.	600	450	300	Stück
„ „ II O.	400	300	200	„
„ 2jähr. Abwachsteiche	240	180	120	„
„ 1jährige „	120	90	60	„

wozu dann noch das sog. Aufmaß kommt, d. h. die Zugabe, welche die unvermeidlichen Verluste ausgleichen soll, die beim Transport, bei der Ueberwinterung, durch Raubvögel rc., sowie durch normale Sterbefälle während der Umtriebszeit einzutreten pflegen. Nimmt man diesen Verlust in den Streckteichen I O. zu 10 %, in den Streckteichen II O. zu 7 % und in den Haupteichen zu 2 bis 9 % an, so sind demnach, um schließlich obige Normalbesatzung abfischen zu können, bei der Besatzung der Streckteiche I O. 25 bezw. 19 %, der Streckteiche II O. 15 bezw. 9 % und der Hauptteiche 8 bezw. 2% Aufmaß zu geben.

Besetzung der Laich- oder Streichteiche und Erziehung der Brut.

§ 16. Bei dem Besetzen der Laichteiche kann man nach Hartig im Durchschnitt auf einen Strich Laichkarpfen, d. i. zwei Rogener und ein Milcher, in guten Teichen 12,5 Are rechnen, in mittelmäßigen 15,5 und in schlechten 18,4 Are. Ist der Teich kleiner als hier für einen Strich bestimmt ist, so ist dennoch ein ganzer Strich einzusetzen; ist er für einen Strich zu groß und für zwei Striche zu klein, so nimmt man nach Verhältnis seiner Größe 2 Rogener und 2 Milcher oder 3 Rogener und 2 Milcher.

Obschon bei anhaltend warmer und windstiller Frühlings- und Sommerwitterung und übrigens sehr günstigen Lokalverhältnissen von einem Strich Laichkarpfen eine große Menge Brut erfolgen kann, so läßt sich doch erfahrungsgemäß nicht sicher darauf rechnen und man wird dem wirklichen Erfolge im Durchschnitt genommen am nächsten kommen, wenn man bei dem Voranschlag der Bruterzeugung auf einen Strich Laichkarpfen in guten

Teichen nicht mehrmals ca. 400 Stück Brut à 16 g, in mittelmäßigen 350 Stk. à 12,5 g und in schlechten 300 Stk. à 6,2 g annimmt. (Hartig Lehrbuch der Teichwirtschaft § 233).

M. v. d. Borne empfiehlt pro 2 ha Teichfläche 10 Rogener, 6 Milcher und 1 Anhetzer, d. i. ein im dritten Jahre stehender männlicher Karpfen von 0,8 bis 1 Pfund. Ein so besetzter Himmelsteich lieferte ihm in günstigen Jahren 100 000—150 000—180 000 Stück Karpfenbrut, in andern nur 15000—10000—8000.

Horak setzt pro ha 5,21 Rogener und 3,47 Milcher und rechnet auf 1 Rogener im Durchschnitt 600 bis 900 Stück Brut.

v. Reider setzt pro ha 12 Rogener und 6 Milcher.

Bei diesen abweichenden Angaben der angesehensten Praktiker wird man, so lange die eigene Erfahrung nichts anderes vorschreibt, am besten thun, den Mittelweg einzuschlagen und danach die Besetzung der Streichteiche pro ha zu normieren

bei schlechter Qualität	auf	6 Rogener,	4 Milcher,	1 Anhetzer,
„ mittlerer „	„	9 „	6 „	2 „
„ guter „	„	12 „	8 „	3 „

Um sich die Erzeugung der Brut möglichst zu sichern, empfiehlt es sich außerdem, mehrere kleine Teiche zu Streichteichen zu nehmen, statt einen oder zwei größere; schlägt dann der Strich in einem Teiche fehl, so gerät er doch vielleicht in einem andern.

Zu Laichkarpfen wählt man die größten und bestgeformten 4 bis 8pfündigen Fische aus; schwerere bezw. ältere als 5 bis 9jährige Fische zu nehmen, ist nicht ratsam.

Das Dubisch'sche Verfahren.

§ 17. Die Unsicherheit in der Erzielung der zum Besatz nötigen Brut, sowie die großen Verluste an Besatzmaterial, mit welchen im allgemeinen der Klassenbetrieb in den ersten beiden Jahrgängen arbeitet, sind zwei Uebelstände, welche schon mancher Teichwirt schwer empfunden hat. Um dieselben möglichst zu beseitigen, hat der Fischermeister Thomas Dubisch auf den Gütern des Erzherzogs Albrecht bei Teschen und Saybusch folgendes Verfahren eingeschlagen.

Die Laichkarpfen, deren 3 Stück, nämlich ein Rogener und zwei kleinere Milcher, für einen Streichteich von 10 ar genügen, werden nach der Ueberwinterung nicht sofort in den Streichteich gesetzt, sondern zunächst nach Geschlechtern getrennt so lange in Behältern aufbewahrt, bis der zum Einsetzen günstigste Zeitpunkt gekommen ist. Dieser ist vorhanden, wenn der Boden des Streichteiches, der den ganzen Winter über trocken gelegen hat, von der Sonne gehörig erwärmt ist und das Wasser alsbald nach der Spannung des Teiches eine Temperatur von über 14° R. erreicht. Erst dann wird ein Satz Streicher (1 Rogener und zwei kleinere Milcher) eingesetzt, worauf die Fische in der Regel sofort laichen. Geschieht dies nach einigen Tagen nicht, und fängt das Wasser an trübe zu werden, so unterbleibt das Laichen bisweilen ganz; man muß dann die Fische in einen anderen, aber ebenfalls erst soeben bespannten Laichteich setzen. Obschon dieser Fall nur selten eintreten soll, so scheint es doch geraten, mehrere Streichteiche und einige Satz Laichkarpfen in Bereitschaft zu halten.

Ein Rogener von 7 bis 8 Pfd. gibt nach Dubisch 100 000 und ein solcher von 12 bis 15 Pfd. wenigstens 200 000 Stück Brut.

Etwa 5 bis 8 Tage nach dem Ausschlüpfen wird die Brut herausgefischt und in einen andern Teich gesetzt, der gleichfalls erst eben bespannt ist. Dieser Teich, den man als Brutstreckteich I D. bezeichnen kann, erhält auf 3 ha Fläche 100 000 Stück Besatz. Nach ca. 4 Wochen, wenn die Fischchen einige Zentimeter lang geworden sind, reicht das in dem Teich vorhandene Futter für dieselben nicht mehr aus, sie werden alsdann wieder herausgefischt und in den Brutstreckteich II D. versetzt. Dieser muß gleichfalls bis kurz

vor der Bespannung trocken gelegen haben und ist außerdem mit Grünfutter (Wickfutter) bestellt, das kurz vorher abgeerntet wird; er erhält eine Besetzung von 1050 Stück pro ha. Bis zum Herbst erreichen dann die Fischchen ein Gewicht von 125 g und darüber.

Im zweiten Frühjahr kommen die jungen Karpfen, wie beim gewöhnlichen Klassenbetriebe mit dreijähriger Umtriebszeit, in einen Streckteich, der aber den Winter über trocken gelegen hat. Man setzt auf 1 ha 520 Fische und erhält dann bei der Abfischung im Herbst ca. 500 Karpfen von 1 bis 1,5 Pfd. Gewicht.

Im dritten Frühjahr wird der Abwachsteich mit 206 oder um noch schwerere Fische zu erzielen nur mit 153 Stück pro ha besetzt. Die Abfischung im Herbst liefert dann dreisommerige Speisekarpfen von 2 bis 4 Pfd. Schwere. Auf der Domäne Perstetz bei Teschen, wo nach dem Dubisch'schen Verfahren gewirtschaftet wird, betrug das Durchschnittsgewicht der Speisekarpfen 2,2 Pfd. Die Verluste im Brutstreckteich I O. werden zu 25 %, im Brutstreckteich II O. zu 5 %, im Streckteich zu 4% und im Abwachsteich zu 3 % angegeben. Der Naturalertrag von 544,6 ha Gesamtteichfläche ohne Winterungen (0,1 ha Laichteich, 3 ha Brutstreckteich I O., 71,4 Brutstreckteich II O., 132,1 ha Streckteich und 333 ha Abwachsteich) beziffert sich hiernach pro ha auf 269,4 Pfund Karpfen.

Beisatz anderer Fische in Karpfenteichen.

§ 18. Während sich ein Beisatz von anderen Fischarten in Laich- und Streckteichen aus nahe liegenden Gründen nicht empfiehlt, ja, wenn nicht besondere Verhältnisse es anders bedingen, als schädlich bezeichnet werden muß, ist derselbe dagegen in vielen Hauptteichen nicht allein zweckdienlich, sondern sogar notwendig und gewährt dann obendrein eine mehr oder minder ansehnliche Nebennutzung. Zur Vertilgung der geringwertigen Weißfische, welche sich gewöhnlich in solchen Abwachsteichen in Menge einfinden, die ihr Wasser aus Flüssen oder Bächen erhalten, sowie ferner zur Vertilgung der Karpfenbrut, welche wider den Willen des Fischzüchters in den Abwachsteichen des 4- und mehrjährigen Klassenbetriebes erzeugt wird, sowie endlich auch zur Vertilgung der Frösche gibt man von alters her den Hauptteichen einen Nebenbesatz von Raubfischen und zwar vorzugsweise von Hechten. Der „Hecht im Karpfenteich" hat also weiter keinen Zweck, als die geringwertigen bezw. unnützen Futterkonkurrenten der Karpfen, sowie die anderweitig nicht besser verwertbaren, im Uebermaß oft lästig werdenden Mitbewohner des Teiches, die Frösche, in wertvolles Hechtfleisch umzuwandeln. Selbstverständlich ist auch hierbei auf das schnellere Wachstum des Hechtes im Vergleich zum Karpfen durchaus Rücksicht zu nehmen, und dürfen daher zu 1 Pfd. schweren Karpfen höchstens 1/4pfündige, zu 2 Pfd. schweren höchstens 1/2 bis 3/4pfündige Hechte eingesetzt werden. Eine entsprechende Rücksicht ist beim Einsetzen anderer Raubfische, wie Zander und Forelle, zu beachten. Die Stückzahl der Raubfischbesatzung ist von der für sie vorhandenen Nahrung abhängig und daher je nach der Größe und Beschaffenheit der Teiche sehr verschieden. Gewöhnlich setzt man zu 100 dreisommerigen Karpfen 5 bis 10 kleine Hechte; in Böhmen gibt man nach Horak zu 10 Schock Karpfen 1 Schock Hechte und in Teichen, in welchen Zander gedeihen, zu 20 Schock Karpfen 1 Schock Zander.

Ein Beisatz von Aalen ist nur in solchen Abwachsteichen von Vorteil, welche sehr weiches Wasser und vielen Schlammgrund haben; in guten Karpfenteichen und zumal in solchen, in denen keine Karpfenbrut erzeugt wird und auch kleine, wilde Fische (Wechselfische) sich nicht einfinden, bleibt der Aal im Wachstum zurück und gewährt keinen Nutzen. Er wird hier bis zu einem gewissen Grade Nahrungskonkurrent des Karpfen, und man büßt infolge dessen thatsächlich mehr an Karpfenzuwachs ein, als man auf der andern Seite an Aalfleisch gewinnt.

Aehnliches gilt in noch höherem Maße bezüglich des Beisatzes von Friedfischen,

die im großen und ganzen gleiche Nahrung mit dem Karpfen gemein haben. Ein Beisatz derselben empfiehlt sich nur dann, wenn Zuwachs und Preis der fraglichen Fischart dem Zuwachs und Preis des Karpfen mindestens gleichkommen. In guten Karpfenteichen entspricht dieser Bedingung keine Art der übrigen Friedfische; in Teichen dagegen, welche viel Schlamm- oder Moorgrund haben, infolge dessen der Karpfen vielleicht an Wohlgeschmack und Wert verliert, kommt ihr die Schleie am nächsten. Der normale Karpfenbesatz ist dann um den Nebenbesatz an Schleien zu mindern.

Die Karausche ist in Karpfenteichen nicht zu dulden, da sie mit dem Karpfen geringwertige Bastarde erzeugt, die, wenn sie unter das Zuchtmaterial geraten, eine „reine Wirtschaft" gänzlich herunter bringen können.

Ueberwinterungs- oder Kammerteiche bezw. Winterbehälter.

§ 19. Sie dienen zur Aufbewahrung der Laichfische, Brut und Strecklinge während des Winters, eventuell auch zur Aufbewahrung der Speisefische falls diese bei der Herbstabfischung nicht verkauft werden konnten, der Verkauf aber im Laufe des Winters zu erwarten steht. Zur Sicherung des geregelten Betriebes sind die verschiedenen Altersklassen in besonderen Winterungen aufzubewahren.

Bei großen und sehr umfangreichen Teichfischereien, welche 60000 bis 90000 Stück zwei- und dreisommerige Karpfen zu überwintern haben, sind nach Horak 23 bis 34 ha Kammerteiche erforderlich, welche den Karpfen ca. 8 bis 11 ha schlammfreie Lagerungsorte in ausreichender Tiefe (nicht unter 2 bis 2,5 m) bieten müssen. Nach Hartig können die Winterungen, wozu man je nach Bedürfnis und den örtlichen Verhältnissen kleinere oder größere, 2,5 bis 4 m tiefe Teiche wählt, die ständigen Durchfluß haben und leicht abzulassen oder doch bequem mit dem Netz zu befischen sind, auf 1 ar Grundfläche mit 1270 Stück Brut besetzt werden, bezw. mit 423 zweisommerigen, 211 dreisommerigen, 141 viersommerigen, 106 fünfsommerigen Karpfen. Für 6—7jährige Laichfische, die ebenfalls in besonderen Winterbehältern aufzubewahren sind, rechnet man per ar 13 Stück.

Wenn eine Winterhaltung nicht überall die nötige Tiefe haben sollte, so muß die Anzahl der einzusetzenden Fische nach demjenigen Teile der Grundfläche berechnet werden, worauf die Tiefe des Wasserstandes das Winterlager der Karpfen vollkommen sichert. Hat das Wasser in den Winterhaltnngen eine so hohe Temperatur, daß die Karpfen keinen Winterschlaf halten, sondern beständig umherschwimmen, so muß die oben angegebene Stückzahl um den vierten Teil vermindert werden.

Wintergefahr, Teichaufstand, Auslagerung der Karpfen.

§ 20. Um bei länger anhaltendem Frost, wenn Eis und Schnee auf den Teichen lagern, der Verderbnis des Wassers und damit dem sog. Teichaufstand oder der Auslagerung der Karpfen mit ihren üblen Folgen möglichst vorzubeugen, empfehlen alle Praktiker übereinstimmend die Wässerung der Teiche d. i. die Ab- und Zuführung von Wasser, bez. die Senkung des Wasserspiegels; über das Aufhauen von Eislöchern (Wuhnen oder Waaken) gehen jedoch die Ansichten auseinander. Auf grund der in den strengen Wintern von 1822—23 und besonders von 1829—30 bei den Fischereien in Lippe-Schaumburg gemachten Erfahrungen spricht sich Forstmeister von Kaas in seiner Abhandlung „Einiges über Karpfen-Teichfischereien" (Behlen's Zeitschr. f. d. Forst- u. Jagdwesen, neue Folge, Bd. IX, Heft 3, pag. 158 ꝛc.) über beide Vorbeugungsmittel etwa folgendermaßen aus.

Das Offenhalten von sog. Wuhnen oder Waaken verhindert das Verderben des Wassers nicht; denn abgesehen davon, daß es der Kosten halber unausführbar ist, so große Flächen offen zu halten, daß die Einwirkung der Luft auf dieselben von wesent-

lichem Einfluß sein könnte, frieren dieselben stets gleich wieder zu und ist nebenbei der Gefrierungsprozeß des Wassers an sich schädlich.

Aus einem andern Grunde ist jedoch nötig, eine oder einige Wuhnen auf den Teichen zu erhalten. Wenn das Wasser nämlich anfängt schlecht zu werden, zeigen sich an diesen Löchern zuerst Wasserinsekten, in denselben auf- und absteigend und aus dem Wasser springend; darauf kommen in der Regel erst die kleinen Stichlinge, Elritzen u. s. w., um nach Luft zu schnappen. Man kann gewiß sein, daß dann binnen 24 Stunden die Karpfen sich aus ihrem Lager aufnehmen, und man wird sie erst tiefer im Wasser an den Wuhnen langsam vorbeischwimmen, hernach an die Wuhnen kommen und nach Luft schnappen sehen. Es sind dann dieselben schon sehr krank und der größten Gefahr des Abstehens ausgesetzt.

Ein wenige Tage andauernder harter Frost reicht hin, alle schon so weit erkrankten Fische eines Teiches zu töten.

Um nun dieses beobachten zu können, ist das Offenhalten einiger Wuhnen auf großen Teichen notwendig. Man lege dieselben aber nicht den gewöhnlichen Kesseln (d. i. auf den tiefsten Stellen) zu nahe, sondern etwas entfernt davon, damit die Fische nicht aus der Winterruhe im Kessel aufgestört werden.

Um dem Uebel anderweitig möglichst zu begegnen, ist in folgender Weise zu verfahren. Wenn längstens 8—14 Tage andauernder strenger Frost stattfindet und sich eine dicke Eisdecke und Schnee auf die Teiche gelagert hat und noch länger anhaltender Frost zu befürchten steht, so lasse man etwas Wasser ab, damit das Wasser im Teiche sich in Bewegung erhält. Das Wieviel richtet sich nach der Größe des Teiches.

Dauert der Frost länger, so lasse man mehr Wasser fließen und gebe einen starken Abfluß, sobald sich Insekten an den Wuhnen zeigen sollten. Unserer Meinung nach muß man das Wasser von der dritten spätestens vierten Woche des stehenden Frostwetters an, progressiv stärker fließen lassen, um es zu verhindern, daß Krankheit eintrete.

Wenn der Teichgrund von der Art ist, daß durch Senkung des Wassers unter dem Eise durch Auflagerung desselben auf Hügel oder Grabenufer sich zwischen Eis und Wasser Luftreservoire bilden, so ist dieses sehr gut.

Tritt größere Gefahr ein, zeigen sich Fische, so lasse man stark abfließen.

Liegen mehrere Teiche übereinander, so gebe man aus den oberen Teichen den unteren Einfluß von Wasser und zwar von Anfang des Frostwetters an, jedoch weniger als abfließt. Wasserzufluß zu geben, namentlich wenn das Wasser gut und unverdorben ist, ist jedenfalls nützlich.

Vor der vierten Woche des Zufrierens der Teiche hat sich hier niemals ein Erkranken der Fische gezeigt. Aber man warte diesen Zeitpunkt nicht ab und sei auch nicht zu sparsam mit Wasser.

Sehr weniges aber gutes Wasser reicht zur Erhaltung der Fische hin.

Im Winter 1829—30, wo in den meisten Teichen alle Fische abstanden, senkte sich der Wasserstand in einem mit Gräben durchschnittenen Teiche — eine überstaute Wiese — infolge Durchsickerns des Dammes bis auf 1½ bis 2 Fuß Wasserstand in den Gräben. Zwischen dem Wasserspiegel und dem sich auf die Gräben gelagerten, etwa 1½ Fuß dicken Eise waren einige Fuß Luftschicht. In diesem sehr übersetzten Teiche waren die Fische sehr eng zusammengedrängt, aber kein einziger stand ab.

Werden die Fische aber dennoch gefährlich krank, findet man schon tote oder am Morgen in den Wuhnen mit den Flossen angefrorene Fische, so bleibt, um wenigstens einen Teil der Fische zu retten, nichts weiter übrig, als — abzufischen, so gut und schnell es gehen will.

Wir haben verschiedene Versuche gemacht, irgend ein künstliches Erhaltungsmittel aufzufinden, z. B. Strohhauben auf die Wuhnen zu setzen, damit diese nicht zufrieren,

große Flächen offen zu halten, Luft unter das Eis zu bringen rc. — sie sind uns alle fehlgeschlagen. Ist das Wasser einmal verdorben und sind alle Fische krank, so kann man sie, wenn kein Thauwetter eintritt, künstlich in dem Teich nicht retten. Tritt aber Thauwetter ein, so lasse man so schnell als möglich alle Tage Wasser in den Teich, um denselben zu erfrischen. Daß Schneewasser schade, ist eine unrichtige Ansicht. Alles nicht verdorbene, nicht faulige Wasser ist zur Erfrischung der Fische mehr oder weniger nützlich.

Erhaltung bezw. Verjüngung und Verbesserung der Nahrungsfähigkeit der Teiche.

§ 21. Außer der von Zeit zu Zeit nötigen Wegschaffung des überflüssigen Schlammes, worauf wir hier nicht weiter eingehen, können zur Erhaltung und Verbesserung der Nahrungsfähigkeit der Teiche folgende Mittel in Anwendung gebracht werden: 1) die Trockenlegung über Winter, 2) die Sämerung, d. i. die Trockenlegung für 1 bis 2 Jahre zwecks Benutzung des Teichgrundes zum zeitweiligen Getreide- oder Futterbau, 3) die Anlage und Unterhaltung von Zuchtstätten fürs Insektenlarven und andere kleine Nahrungstiere der Fische, 4) die Anpflanzung von Gräsern und Wasserpflanzen, deren junge Triebe oder Samen den Fischen als Nahrung dienen.

Das Trockenliegen der Teiche über Winter ist in mehrfacher Hinsicht für die Fischzucht von Vorteil. Zunächst werden dadurch allerlei lästige Tiere und besonders die zahlreichen Feinde der Fischbrut beseitigt, sodann wird durch den Frost der Grund gelockert und zur Ernährung von Pflanzen und niedern Tieren wieder tauglicher gemacht, und endlich wird durch das Trockenliegen die Vermehrung gewisser kleiner Krebstiere, der sog. Wasserflöhe, Familie Cladocera, eine Hauptnahrung der Fischbrut und jüngeren Fische, begünstigt und bei später Bespannung (Verfahren von Dubisch) gewissermaßen dem Bedürfnis der Fische entsprechend geregelt. Die Wasserflöhe bringen nämlich zweierlei Eier hervor: dünnschalige zarte sog. Sommereier und dickschalige derbe Wintereier. Die Fortpflanzung durch die Sommereier ist eine ungeschlechtliche und geht mit einer an's fabelhafte grenzenden Schnelligkeit vor sich. Man hat berechnet, daß ein einziges Individuum, welches am 1. Mai anfängt Eier zu produzieren, schon am Ende des Juni über 1291 Millionen Nachkommen hat. Während so die Sommereier die rasche Vermehrung der Art vermitteln, haben andererseits die Wintereier die Erhaltung der Art zum Zweck. Diese von einer braunen oder schwarzen hornigen Kapsel eingeschlossene Wintereier werden im Herbst abgelegt; sie besitzen eine wunderbare Widerstandskraft gegen schädliche Einflüsse aller Art, indem sie weder verderben, wenn sie im Schlamm eintrocknen, noch zu Grunde gehen, wenn sie im Eise einfrieren. Lassen wir nun die Teiche den Winter über gespannt, so fällt ein Teil dieser Cladocereneier den Wasserinsekten und andern Tieren, welche ihnen nachstellen, zum Raube und die übrig bleibenden werden im Frühjahr je nach der Temperatur der Ueberwinterungsstelle früher oder später zum Ausschlüpfen kommen und sich den Temperaturverhältnissen entsprechend schneller oder langsamer fortpflanzen; lassen wir dagegen die Teiche über Winter trocken liegen, so gehen fast gar keine Cladocereneier verloren, und nehmen wir die Spannung erst dann vor, wenn der Teichgrund gleichmäßig durchwärmt ist und das Wasser alsbald eine Temperatur über 14° R. annimmt, so wird dadurch das Ausschlüpfen der Wasserflöhe nicht nur ein gleichzeitiges, sondern auch die rasch eintretende Vermehrung derselben durch Sommereier (fast alle 48 Stunden eine neue Brut) eine außerordentlich große.

Die Sämerung der Teiche ist von alters her im Gebrauch. Man erzielt dadurch außer der Beseitigung von mancherlei Ungeziefer nicht nur gute Ernten ohne Anwendung von Dünger, sondern auch durch Wiederbesetzung nach der Getreide- oder Futterernte einen bedeutenden Zuwachs von Fischfleisch. „Die wohlthätigen Folgen der Besäung, bemerkt

Teichmann (Teichfischerei 1831), machen sich nicht selten 6 und in manchen Fällen noch einige Jahre länger wahrnehmbar. Das Besäen der Teiche ist gewissermaßen ein Verjüngungsmittel derselben". Wie oft es angewendet werden muß, ob alle 5, 6 oder 10 Jahre, hängt von den lokalen Verhältnissen ab. Eine mehrere Jahre hintereinander fortgesetzte Sämerung kann nicht empfohlen werden, da zulanges Trockenliegen mit Nachteilen nicht allein für den Teichgrund, sondern auch für die Ufer und Dämme, sowie für das Holzwerk der Zu- und Abflußvorrichtungen verbunden ist. Die Hauptrücksicht bei der Sämerung muß immer die bleiben, den Fischen wiederum ein nahrhafteres Quartier zu verschaffen.

Die Zucht von Wasserflöhen (Cladocera) und Hüpferlingen (Copepoda), sowie von Mückenlarven (Nematocera) der verschiedensten Art in besonderen Gruben oder Behältern ist bei den Fischzuchtanstalten, welche Salmonidenbrut in Trögen oder kleinen Bassins auffüttern, schon lange mit bestem Erfolge im Gebrauch. Da nun die genannten kleinen Wassertiere auch für kleine und große Karpfen ein vorzügliches Futter sind, so sollte man, wenn es irgend möglich ist, am Ufer eines jeden Teichs eine Anzahl von kleinen, etwa 10 bis 15 □m großen und ca. 23 cm tiefen Tümpeln so anlegen, daß deren Inhalt durch einen Verbindungsgraben in den betreffenden Teich abgelassen werden kann. Der Boden dieser Tümpel wird mit saurem Rasen ausgesetzt und darauf so viel Wasser eingelassen, daß die Spitzen der Grashalme noch hervorragen. Binnen kurzer Zeit entwickelt sich darin eine so ungeheure Menge von kleinen Wassertieren und zumal von Mückenlarven, daß es sich wohl verlohnt, dieselben nach und nach in den betreffenden Teich abfließen zu lassen. Leider finden sich mit der Zeit aber auch schädliche Raubinsekten ein, welche, unter der Kleintierwelt gewaltig aufräumen und schließlich die weitere Fortzucht illusorisch machen würden, wenn sie nicht beseitigt werden, was einfach dadurch geschieht, daß der Tümpel auf einige Tage trocken gelegt und dabei das vorhandene Raubgesindel vernichtet wird. Um daher die Zucht vom Frühjahr bis zum Herbst beständig im Gange zu erhalten, sind für jeden Teich mehrere Tümpel erforderlich. Von andern Mitteln zur Steigerung der natürlichen Fischnahrung in Teichen empfiehlt Herr Ricklas in der Bayer. Fischereizeitung VIII pag. 222 noch folgende.

Wenn man gegen den Teich zu einen Teil der Pflanzen unter Wasser abmäht und liegen läßt, so wird dadurch eine ausgedehnte Brutstätte für eine Unmasse von Insekten geschaffen, welche ihre Eier darauf ablegen, sich entwickeln und im Teich heimisch werden. Diese abgemähten Pflanzen senken sich nach und nach einige Zentimeter, wodurch das über denselben stehende Wasser sehr erwärmt wird. Es hält sich hier die junge Brut gerne auf und gedeiht gut, weshalb diese Manipulation insbesondere für Laichteiche in Anwendung zu bringen ist. Man kann auch an den Teichrändern Gras abmähen und in denselben werfen und wird damit ähnliche Erfolge erzielen.

Auch das Einlegen von Nadelholzzweigen, Wachholder, Weiden und Erlen in die Teichränder, besonders da, wo Mangel an Pflanzenwuchs ist, trägt sehr zur Vermehrung des natürlichen Futters bei, indem dadurch Schlupfwinkel und Brutstätten für Insekten u. s. w. gebildet werden. Diese Zweige hebt man von Zeit zu Zeit auf und schüttelt sie aus, so daß der Inhalt den Fischen leicht zugänglich wird.

Gut bewachsene Teichränder gewähren den Fischen nicht nur Nahrung, sondern auch Schutz; kahle Teichränder sind daher mit Schilf, Kalmus und Mannaschwingel (Glyceria fluitans) zu bepflanzen. Die Nahrung, welche dadurch den Fischen geboten wird, besteht wohl weniger in den zarten Trieben der Wasserpflanzen und in den mehlreichen Samen der Gräser selbst als vielmehr in den Insekten, Krebs- und andern Wassertierchen, welche zwischen und an den Pflanzen ihr Gedeihen finden. Rohe Stärke wird von keinem unserer Süßwasserfische verdaut; die zarten Pflanzentriebe und die stärkemehlreichen Samen der

Wassergräser bieten daher nur das darin enthaltene geringe Quantum von Eiweiß, Fett und Zucker, wovon die Karpfen schwerlich großen Zuwachs haben werden, sofern ihnen nicht enorme Quantitäten dieser Nahrungsmittel zu Gebote stehen. So enthalten beispielsweise die Samen des nordamerikanischen oder canadischen Wasserreises (Zizania palustris oder aquatica L., Tuscarorareis), dessen Anpflanzung in Teichen empfohlen wird, bei 76,84% Stärke nur 6% verdauliches Eiweiß und 0,7% Fett.

Fütterung der Karpfen.

§ 22. Obschon die Anwendung von künstlichen Futtermitteln zur Erhöhung und Beschleunigung des Gewichtszuwachses der Karpfen schon lange von den Teichwirten geübt wird, so ist man gleichwohl einer genaueren Untersuchung der Frage, ob der dadurch unzweifelhaft erzielte Gewichtszuwachs der Fische auch mit den erforderlichen Kosten für Futtermittel und Arbeit im Einklange stehe und diese nicht nur zudecken, sondern auch einen verhältnismäßig namhaften Gewinn abzuwerfen vermöge, erst in den letzten Dezennien etwas näher getreten. Nach den von Ackerhof (Nutzung der Teiche, 1869) und Delius (Teichwirtschaft, 1875) gegebenen Winken und Andeutungen hat sich namentlich Nicklas (Lehrbuch der Teichwirtschaft, 1880) mit der Fischfütterungsfrage weiter beschäftigt und ist auf Analogien, sowie auf Resultaten der an Haustieren gemachten Fütterungsversuche fußend zur Aufstellung einer Fütterungsnorm für Fische in specie für den Karpfen gelangt, auf Grund deren nunmehr der Teichwirt und Fischzüchter zu rechnen vermag.

Soll der Karpfen seinem gewöhnlichen natürlichen Wachstumvermögen nach zunehmen, so sind auf 1000 Pfd. lebendes Gewicht Karpfen per Tag in 9 Pfd. Trockensubstanz 4 Pfd. Eiweiß und 2 Pfd. Kohlehydrate incl. Fett zu füttern, was einem Nährstoffverhältnis (d. i. das Verhältnis der stickstoff- oder eiweißhaltigen Bestandteile zu den stickstofffreien) Nh : Nfr = 1 : 0,5 entspricht.

Im allgemeinen hat sich diese Fütterungsnorm mit ihrem Nährstoffverhältnis für die Praxis als genügend richtig erwiesen; sie wird daher, solange dafür nichts Besseres an die Stelle gesetzt werden kann, der rationellen Fütterung der Karpfen und überhaupt der Fische als Grundlage dienen müssen.

Mit 1 kg Eiweiß im Futter erzielt man danach den Berechnungen von Niklas zufolge 1,428 kg und auf Grund annähernd ausgeführter Fütterungsversuche etwa 2 kg Fischfleisch, doch stehen exakte Fütterungsversuche noch aus.

„Will nun — so führt Herr Niklas in der Bayer. Fischereizeitung 1883, pag. 292, weiter aus — ein Teichwirt nach dieser Fütterungsnorm seine Fütterung der Karpfen einrichten, so ergeht es ihm wie dem Landwirt. Wenn ihm auch das eine oder das andere Futtermaterial aus seiner Wirtschaft zu Gebote steht, so ist er doch stets gezwungen, um das richtige Nährstoffverhältnis zu gewinnen, sogenannte Kraftfuttermittel zuzukaufen, und es ist dieses bei dem außerordentlich engen Nährstoffverhältnis in der Fütterungsnorm für Fische noch weniger zu umgehen."

„Als solche Kraftfuttermittel empfehlen sich hier, wo sie das Hauptquantum bilden, während sie bei der Landtierfütterung das kleinere sind, vorzugsweise: frisches und trockenes Blut mit einem Nährstoffverhältnis Nh : Nfr = 1 : 0,1, — mageres Pferdefleisch mit 1 : 0,1 — Fischmehl mit 1 : 0,1 — dicke Milch (Quark, Topfen) mit 1 : 0,2 — trockener Kleber (Abfall von Stärkemehlfabriken) mit 1 : 0,3 — Futterfleischmehl mit 1 : 0,4 2c."

„Um die diesen Futtermitteln zum Nährstoffverhältnis der Fütterungsnorm fehlenden Kohlehydrate zu ergänzen, eignen sich vorzugsweise die Kartoffeln, da von diesen zu gedachtem Zwecke bei ihrem weiten Nährstoffverhältnis von 1 : 10,6 ein verhältnismäßig geringer Zusatz nötig ist. Gibt man nämlich einem Futtermaterial oder einer Futtermischung

mit einem Nährstoffverhältnis von 1:0,1 ungefähr ein gleiches Gewicht Kartoffel bei, bei einem solchen von 1:0,2 die Hälfte u. s. f., sonach z. B. auf ein bestimmtes Gewicht Fleischmehl (1:0,4) den vierten Teil Kartoffel, auf ein bestimmtes Gewicht Fischmehl (1:01) das gleiche an Kartoffeln, so erhält man stets annähernd das geforderte Nährstoffverhältnis von 1:0,5 (—0,6)."

„Solche Mischungen stellt man her, indem man die Kartoffeln kocht, stampft, mit Futterfleischmehl, Fischmehl, Pferdefleisch u. dgl. möglichst innig vermischt und wiederholt in einem Faß zusammenstampft. Dieses Futter hält sich bei kühler Witterung oder im Keller ein paar Wochen. Zum Gebrauche sticht man es mit einer Schaufel oder einem Spaten heraus und kann es dann leicht zerbröckeln und so den Fischen vorwerfen. Wenn das Kartoffelquantum gegenüber dem andern Material viel unter die Hälfte fällt, halten indessen diese Mischungen ins Wasser gebracht nicht lange zusammen und eignen sich daher mehr zur Fütterung von Brut als älterem Satz. Für erstere in die grasigen Ränder geworfen hängen sich die aufgelösten Teile an die Gräser und werden diese von der Brut fleißig abgesucht."

„Nimmt man aber hiezu noch Blut, dicke Milch, Mehl, zerstoßene Würmer, Schnecken, Käfer u. dgl., so läßt sich daraus ein zäher Teig herstellen, der längere Zeit unaufgelöst im Wasser verbleibt. Will man das Futter längere Zeit aufbewahren, so formt man aus dem Teig mittelst Drücken durch ein Sieb Stränge, schneidet sie in erbsengroße Stücke und trocknet sie an der Luft oder backt sie. Es ist hier insbesondere auf vollständiges Austrocknen zu achten, da sonst das Futter leicht verdirbt. Solches Futter eignet sich für zwei- und dreisömmerige wie ältere Fische. Diese Arbeit läßt sich auch durch Maschinen verrichten, doch werden die großen Kosten derselben in der Regel davon abhalten. Am vorteilhaftesten und bequemsten wird es daher sein, wenn man im ausgedehnten Maße füttern will, entsprechendes Futter fertig zu kaufen."

Das Nicklas'sche Fischfutter, welches L. Goos in Heidelberg fabriziert und per 50 kg zu 22 Mk. verkauft, besteht nach den Untersuchungen von Professor Dr. Harz aus 30 bis 35 Teilen Fleischmehl, ca. 60 Teilen Mehl und 2 Teilen Salz. Wenn dasselbe 53,63% Eiweißstoffe, d. i. in 1 kg 0,536 kg enthält, und 1 kg Futter 0,7 kg Fleischzuwachs produziert, so würde sich bei einem Karpfenpreis von 100 Pfg. per kg ein Nutzen von 26 Pfennig herausstellen, folglich bei einem Aufwande von 1000 Mk. für Futter ein Gewinn von 590 Mk.

Außerdem werden folgende Futtermischungen empfohlen: 1) 60% Fleischmehl, 20% Sesamkuchen, 4% Leinkuchen und 16% Hafer, 2) 65% Fleischfuttermehl, 23% feinste Weizenkleie, 10% Roggenmehl, 1% Salz und 1% Kaliphosphat, 3) 80% Fleischfuttermehl, 18% feinstes Weizenmehl und 2% Salz.

Hoflieferant J. C. F. Schwartze in Berlin W. verkauft Fleischfaser-Fischfutter in 5 verschiedenen Körnungen (ganz feines Mehl bis ganz grob gekörnt) und außerdem granuliertes Prairie-Fleisch (in 3 Körnungen), beides zu je 25 Mk. pro 50 kg.

Die Nicklas'sche Fütterungsnorm wird überall da volle Anwendung finden, wo es sich darum handelt, einen Teich stärker zu besetzen, als es dessen natürlicher Produktivität entspricht. Nehmen wir z. B. an, es sollen bei einer Teichwirtschaft mit 4jährigem Umtriebe, deren Streckteiche II O. einen bleibenden Besatz von 4000 Stück Karpfen à 250 g im Durchschnitt auf 610 g strecken, noch weitere 4000 Stück à 250 g in diese Teiche eingesetzt werden, so müßten diesen 4000 Stück = 1000 kg nach der Fütterungsnorm per Tag 4 kg Eiweißstoffe und 2 kg Kohlehydrate incl. Fett im Futter verabreicht werden und es würde außerdem dieses Futterquantum dem Gange der Gewichtszunahme während der Wachsperiode (Anfang April bis Ende September) entsprechend erhöht werden müssen. Ohne erheblich fehl zu greifen, können wir dieses Mehr derart in Rechnung bringen, als hätten

wir die Hälfte des Zuwachses, d. i. 720 kg Karpfen für 180 Tage ebenfalls zu füttern. Es ist daher das Futterquantum nicht für 1000 kg, sondern für 1720 kg per Tag in Rechnung zu stellen. Da nun 1000 kg lebend Gewicht per Tag 4 kg Eiweißstoffe ꝛc. erfordern, so sind für 1720 kg nötig $\frac{1720 . 4}{1000} = 6,88$ kg und daher für 180 Tage 1238,4 kg Eiweiß und dementsprechend 619,2 kg Kohlehydrate, oder wenn wir der leichtern Rechnung wegen abrunden 1240 kg Eiweiß und 620 kg Kohlehydrate. Um nun zu sehen, ob sich die beabsichtigte Fütterung auch dann rentieren wird, wenn die einzelnen Futtermaterialien angekauft werden müssen, wollen wir weiter annehmen, es bestehe die Futtermischung aus 55% Fleischfuttermehl, 25% Kartoffeln, 15% Weizenmehl und 5% Salz. Der Nährstoffgehalt derselben berechnet sich nach den bekannten Tabellen von E. Wolff auf 40,31% Eiweiß und 22,68% Kohlehydrate und Fett, was einem Nährstoffverhältnis Nh : Nfr = 1 : 054 entspricht. Die Kosten mögen betragen

5,5 kg	Fischfuttermehl	à 36 ₰	= 1,98 Mk.
2,5 „	Kartoffel	à 8 „	= 0,20 „
1,5 „	Weizenmehl	à 40 „	= 0,60 „
0,5 „	Salz	à 8 „	= 0,04 „
	Bearbeitung von 10 kg	à 10 „	= 1,00 „
10 kg			= 3,82 Mk.

Ein Kilogramm Futter, worin 0,403 kg Eiweißstoffe enthalten sind, kostet demnach 38 Pfg. Die Kosten für 1 kg Eiweiß stellen sich also auf 95 Pfg. Produziert dasselbe, wie im vorliegenden Falle nur 1,16 kg Fleischzuwachs (1240 kg Eiweiß = 1440 kg Zuwachs) und wird das kg Karpfen mit 100 Pfg. verkauft, so würde der Reingewinn per kg Eiweiß im Futter 21 Pfg. betragen und daher für 1240 kg sich auf 260 Mk. 40 Pfg. belaufen.

Dies Beispiel mag genügen, um zu zeigen, wie man auf grund der Nicklas'schen Fütterungsnorm zu rechnen vermag, und wie selbst bei anscheinend teuren Futtermitteln eine systematische Fütterung noch namhafte Vorteile gewährt. Es ist überdies nicht unwahrscheinlich, daß das normierte Quantum sich in der That etwas geringer herausstellen wird und daß daher die Fütterung zu etwas bessern Resultaten führt, als es nach obiger Berechnung der Fall ist. Leider liegen aber bis jetzt noch keine wissenschaftlich genau durchgeführte Fütterungsversuche vor.

Will oder kann man sich zu einer systematischen Fütterung nicht entschließen, so bietet sich doch sehr häufig Gelegenheit, den Karpfen beinahe kostenlos Nahrung zuzuführen. Derartige Gelegenheiten möglichst auszunutzen, sollte der Fischzüchter niemals versäumen. Zu solchen oft sehr billig zu beschaffenden Nahrungsmitteln zählen: der frischgefallene Mist von Schweinen und wiederkäuenden Haustieren, Blut, Schlacht- und Küchenabfälle, Abfälle aus Brennereien, Brauereien und Stärkefabriken; alsdann Maikäfer, Engerlinge, Froschlaich, junge Kaulquappen ꝛc. Hierher gehört auch die Verwendung von Kadavern zur Madenerzeugung. Die Kadaver oder Stücke derselben sind zu diesem Zweck nicht direkt in's Wasser zu werfen, sondern in Kasten oder Krippen mit Gitterboden über der Wasseroberfläche an verschiedenen Stellen des Teiches aufzustellen.

Forellenzucht in Teichen.

§ 23. Die Zucht der Forellen in Teichen hat seit den letzten 10 Jahren sehr an Ausdehnung zugenommen, und ist der Grund hierfür nicht allein in den hohen Erträgen zu suchen, sondern vielmehr auch in den Forschritten der künstlichen Fischzucht. Ohne Beihilfe der letzteren, welche ja jetzt fast überall das zum Besetzen der Teiche erforderliche Brutmaterial zu liefern hat, würde sich die Forellenzucht nur auf das Transferieren von

jungen Forellen aus den Bächen in Teiche oder auf eine in ihren Erträgen sehr wechselnde Femelwirtschaft beschränken müssen.

Das Versetzen von jungen Forellen aus den Bächen in Teiche war früher sehr gebräuchlich und geschieht auch heute noch da, wo Laichbäche vorhanden sind, die im Hochsommer ihr Wasser verlieren und in denen daher die in den Tümpeln zurückgebliebene Brut mit der Versiegung des Wassers umkommen würde.

Femelteiche für Forellen finden sich dagegen nicht häufig und da, wo dergleichen vorhanden sind, werden sie wohl kaum mehr als solche bewirtschaftet, sondern in Verbindung mit andern Teichen oder Aufzuchtbächen zum Klassenbetriebe benutzt.

Ein Femelteich muß an seinem obern Ende nicht nur einen bachförmigen Wasserzulauf mit passendem Laichgrund haben, sondern es müssen auch die an den Zulauf stoßenden Teichränder flach, gut bewachsen, kurz so beschaffen sein, daß sie der jungen Brut nicht allein Nahrung, sondern auch Schutz gegen die Verfolgung seitens der älteren Forellen gewähren. Daß solche Femelteiche oft recht ansehnliche Erträge liefern können, zeigt folgendes Beispiel. Ein beim Gute Düsternthal am südöstlichen Abhange der Hils' (Herzogtum Braunschweig) gelegener, dem Herrn von Steinberg zu Brüggen gehöriger Teich, welcher 1865 angelegt und alsbald mit 43 Stück Laichforellen aus der Wispe (Nebenbach der Leine) zur „natürlichen Fortpflanzung" besetzt wurde, hat laut des vom leitenden Forstbeamten geführten Registers geliefert:

im Herbst 1869 = 175 Pfd. Forellen			im Sommer 1879 = 94 Pfd. Forellen	
„ Sommer 1873 = 60 „ „			„ „ 1881 = 43 „ „	
„ „ 1874 = 42 „ „			„ Herbst 1883 = 57 „ „	
„ „ 1876 = 63 „ „				
			im Ganzen in 18 Jahren = 534 Pfd.	

Der Teich ist ca. 21 ar groß und am Ausfluß reichlich 2 m tief; er wird von einer starken kaum 30 Schritt oberhalb seines flachen Endes zu Tage tretenden Quelle gespeist und erhält zur Vermehrung der Nahrnng noch einiges Tagewasser aus Wegegräben des sonst bachlosen Waldthales durch besondere Leitungen zugeführt.

Die Abfischungen geschahen mit dem Zugnetz. Nach Herstellung weiterer Teiche und Anlage einer Brutanstalt hat seit 1883 der Femelbetrieb aufgehört und dem wohl kaum viel ertragreicheren, aber auch mehr Arbeit erfordernden Klassenbetriebe Platz gemacht. Der Ertrag pro Jahr und Hektar bezifferte sich hiernach auf rund 140 Pfd.

Die zum Klassenbetriebe erforderlichen Teiche zerfallen in Brut-, Streck- und Abwachsteiche. Zu Brutteichen wählt man entweder kleine flache Quellteiche mit genügendem Wasserwechsel und entsprechender Vegetation, oder man richtet dazu in einem quelligen Terrain besondere Aufzuchtgräben her und benutzt auch wohl natürliche Bachstrecken, die nicht von Hochwasser gefährdet werden und durch geeignete Stauvorrichtungen wie vollständige Teiche behandelt werden können. Die Zu- und Abflußgitter in den Stauvorrichtungen sind beweglich herzustellen, damit beim Heranwachsen der Fische und bei vermehrter Wasserzuführung gröberes Gitterwerk verwendet werden kann (für Forellenbrut 70, für halbjährige Fische 40, für Jährlinge 16 Drähte pro 10 cm). In den Aufzuchtgräben und Teichen ist ferner für Versteckplätze durch hohlliegende Steine, zerschlagene Drainröhren, Schutzbretter, sowie auch durch geeignete Wasserpflanzen (Nasturtium- und Cardamine-Arten, Veronica beccabunga, Hottonia palustris, Myriophyllum, Ceratophyllum, Callitriche etc.) Sorge zu tragen. Gute Versteckplätze gewähren armdicke Faschinen, die man an den Seiten des Aufzuchtgrabens anbringt; sie tragen zugleich zur Vermehrung der kleinen Tierwelt bei, von welcher die Forellenbrut lebt. Will man außerdem der Entwicklung des „Milliardenlebens" noch mehr zu Hilfe kommen, so muß man, was besonders Müller-Tschischdorf empfiehlt, an Ufern Buchten herstellen, in denen das Wasser

zwei bis drei Zoll tief steht, und dahinein Mist legen, so daß dieser größtenteils trocken bleibt und nur an einer Seite etwas vom Wasser bedeckt wird.

Was die Besatzstärke in den Brutteichen oder Aufzuchtgräben anbelangt, so ist diese selbstredend von der vorhandenen Futtermenge abhängig und muß daher ausprobiert werden. Dasselbe gilt von den Streck- und übrigen Teichen. Sind die Verhältnisse als günstig zu bezeichnen, so wird man den Besatz der Brutteiche ohne Fütterung auf 250 bis 300, mit Fütterung auf 5 bis 600 Stück pro Ar beziffern können und bezüglich der Streck- und Abwachsteiche ähnliche Besatzverhältnisse innehalten, wie bei den Karpfenteichen, jedoch wegen der größeren Empfindlichkeit der Forelle auch größere Verluste (Brutjahr 60 bis 85, 2tes Jahr 25 bis 33, 3tes Jahr 12 bis 20 %) in Anrechnung bringen müssen.

Da bereits ¼pfündige Fische als sog. Portionsforellen mit 4 bis 6 Mk. per kg bezahlt werden, so kommt man in vielen Gegenden schon mit einem zweijährigen Umtrieb aus. Obschon in diesem Falle nur ein kleiner Brutteich und ein etwa 10 bis 12mal größerer Streckteich nötig ist, so kann man doch wegen des ungleichen Wachstums der Forelle einen dritten Teich nicht wohl entbehren. Hier hinein kommen diejenigen Fische, welche im zweiten Herbst das gewünschte Gewicht noch nicht erreicht haben. Brut- und Streckteich können dann den Winter über trocken liegen, was namentlich für den Brutteich unerläßlich ist. Ebenso wird man sich bei dreijährigem Umtriebe auf vier und bei vierjährigem auf 5 Teiche einrichten. Im letzten Falle können aus dem 5ten Teiche die Laichforellen zur Selbstgewinnung von künstlich befruchteten Eiern entnommen und wenn dazu Gelegenheit ist, in eigener Brutanstalt (Aufstellung von 1 bis 3 kaliforn. Trögen) erbrütet werden. Da jedoch schwerere Forellen als ½ bis ¾pfündige in den meisten Gegenden nicht so leicht abzusetzen sind und deshalb in der Regel auch nicht so teuer bezahlt werden, so beziehen die meisten Forellenzüchter ihren Bedarf an embryonierten Eiern oder aber an Brut von größern Fischzuchtanstalten und beschränken sich des höheren finanziellen Ertrages und der geringeren Arbeit wegen auf den zwei- oder höchstens dreijährigen Umtrieb (Lüneburger Heide, Holstein rc.).

Wie bei der Karpfenzucht, so kann man auch bei der Forellenzucht durch regelmäßiges Füttern nicht allein den Zuwachs beschleunigen, sondern auch, wenn nur genügender Wasserwechsel vorhanden ist, eine ungleich größere Anzahl von Forellen in einem verhältnismäßig sehr beschränktem Bassin, Behälter oder in kleinen Teichen zu marktfähiger Ware aufziehen. Die meiste Schwierigkeit bereitet hierbei die Fütterung der Brut; man bringt daher diese besser in Aufzuchtgräben, die ausreichend natürliches Futter gewähren.

Nach den bis jetzt bekannt gewordenen Versuchen erheischt das Kilogramm Zuwachs durchschnittlich 4 bis 5 kg Fleischfutter (Fütterung mit Pferdefleisch und gesalzenen Fischen).

Besetzt man also einen Teich von etwa 15 Ar mit 1000 Stück Forellen, die ein Gesamtgewicht von 75 kg haben, also per Stück 25 g schwer sind, so wird man hiernach, wenn der Verlust auf 10 % beziffert wird, etwa 12½ Ztr. Futter nötig haben, um die Forellen bis zum Herbst auf ein Durchschnittsgewicht von 220 g per Stück zu bringen.

Das finanzielle Ergebnis ist natürlich in erster Linie davon abhängig, mit welchen Kosten der nötige Bedarf an Futter beschafft werden kann. Kostet beispielsweise das Kilo Zuwachs 1,50 bis 2 Mk. im Futter und wird der Marktpreis pro Kilo Forelle zu 5 Mk. angenommen, so macht sich die Fütterung noch immer mit einem Gewinn von 1,50 bis 1,71 Mk. bezahlt.

Obschon nun seit Jahren sehr viele Forellenzüchtereien in Deutschland mit großem Erfolg betrieben werden, so ist man doch über die beste und einträglichste Art des Futters noch nicht einig. Außer mit Pferdefleisch, frischen Schlachtabfällen, gesalzenen und minderwertigen Fischen, wird auch vielfach mit Fischmehl und den bei der Karpfenfütterung näher bezeichneten Futtermitteln, sowie auch mit weißer frischer Käsemasse gefüttert. Als ge-

legentliches Futter werden Schnecken, Muscheln, Regenwürmer, Maikäfer, Heuschrecken, Drohnen (in Bienenzuchtgegenden), Raupen, Froschlaich, junge Frösche ꝛc. gern von den Forellen angenommen. Das Einsetzen von jungen lebenden Fischen empfiehlt sich nur dann, wenn diese die entsprechende Größe und daher keine Aussicht haben, im Teiche neben den Forellen aufzukommen; es werden sonst gar zu leicht Futterkonkurrenten daraus.

Das Futter wird auf sogenannten Futtertischen gereicht. Dies sind ½ bis 1 □m große Bretterflächen mit einem ca. 4 cm hohen Rand, der durch Annageln einer entsprechend breiten Leiste gebildet wird. Man befestigt die Tischfläche auf einem in den Teichgrund getriebenen Pfahl so, daß sie dem Teichboden fest aufliegt, damit keine Futterreste darunter gelangen können und dann übersehen zum Nachteile des Wassers und der Fische in Fäulnis übergehen.

Am besten stehen die Tische an flachen Stellen in der Nähe von Tiefen, sie müssen jedoch ¼ bis ½ m Wasser über sich haben. Je mehr Tische angebracht sind, desto gleichmäßiger ist die Mästung. Die Forellen und selbst solche, die aus Bächen gefangen sind, gewöhnen sich schnell an diese Tische, wenn man anfangs Leckerbissen, als Regenwürmer, Fleischmaden, Fischeier u. s. w. darauf legt und erst später Ersatzfutter. Da die Forellen, wenigstens die größern, in der Regel erst des Nachts an die Futtertische kommen, so wird das Futter, um es nicht unnütz auslaugen zu lassen, immer erst gegen Abend ausgelegt und zwar nur so viel als die Fische der Erfahrung nach jeweilig fressen. Bleibt etwas übrig, so muß dasselbe mit Hilfe eines engmaschigen kleinen Ketschers entfernt werden, außerdem ist der Tisch jedesmal vor dem Füttern vermittelst eines Besens von dem etwa vorhandenen Schlamm zu reinigen.

Die sommerliche Erwärmung des Wassers bis zu 20 und 21° R. wird selbst bei mäßigem Wasserwechsel von den einsommerigen Forellen ohne irgend welchen Nachteil und Einfluß auf ihre Gesundheit und ihre Freßlust ertragen; dagegen reduzieren nach den Mitteilungen des Herrn Arens in Cleysingen die im zweiten Sommer stehenden Forellen ihren Futterkonsum bei der genannten Erwärmung um etwa ¼, die im dritten Sommer um die Hälfte und die im vierten um ¾. Hand in Hand mit dieser Minderung des Futterkonsums geht eine Empfänglichkeit für den Byssus, indessen ist diese Gefahr bei einiger Aufmerksamkeit nicht erheblich. Der Byssus ist ein feiner weißlicher filzartiger Rasen, gebildet von einem Schmarotzerpilz zur Gattung Saprolegnia gehörig; er siedelt sich auf Wundstellen des Körpers sowie auf den Kiemen der Fische an und verursacht schließlich den Tod. Ein Gegenmittel ist Einstreuen von Salz in das Wasser und das waschen der befallenen Wundstellen mit starker Salzlösung.

Bei strenger Kälte, starkem Frost fressen die Forellen nur äußerst wenig. Sobald sich aber das Wasser wieder etwas erwärmt, stellt sich sofort auch der Appetit wieder ein, er steigert sich rasch im April und Mai, geht dann mit schnell zunehmender Temperatur etwas zurück und erreicht schließlich in der zweiten Hälfte des August, sowie in der ersten Hälfte des September sein Maximum (Arens).

V. Der Fischereibetrieb in Flüssen, Bächen und Seen.

Fischerei mit Hamen.

§ 24. a) Der Hamen (Stock- oder Stielhamen) ist ein langgestieltes sack- oder beutelförmiges Netz mit kreisförmiger, halbkreisförmiger, dreieckiger oder viereckiger Mündung. Je nach der Art und Weise des Gebrauchs, wodurch geringe Modifikationen in der Konstruktion bedingt werden, wird der gestielte Hamen als Setz-, Stech-, Stäck-, Stöck-, Strück-, Schieb- (in Süddeutschland Schauber), Schuf-, Scharr- oder Kratzhamen bezeichnet. In Ostfriesland führt er auch den Namen Manne und in der Gegend zwischen

Unterelbe und Unterweser die Bezeichnung Selle oder Sille. In Süddeutschland ist für Hamen die Bezeichnung Bär, Beer, Bärn oder Bern und Barren gebräuchlich, doch versteht man in der Schweiz ꝛc. unter Beer auch die Garnreuse; ebenso gehören die sog. Aal- und Neunaugenhamen der unteren Weser und Elbe zu den Reusen, während die sog. Steerthamen (an der Unterems Kül, holländisch Kuil genannt) sehr große und lange sackförmige Netze sind, welche im starken Strom zwischen Pfählen ausgespannt oder aber, nachdem ihre Mündung an einem aus vier Bäumen (Rundhölzer) zu einem Viereck zusammengebundenen Holzrahmen befestigt ist, mit diesem verankert werden (Ankerhamen, raamkuils). Die im trüben Wasser mit dem Strom treibenden Fische gelangen in den hintern und engern Teil (Steert) des Beutels und werden dort durch die Gewalt der Strömung zurückgehalten. Steht dieser Hamen nicht in starker Strömung, so fängt er nicht.

Mit dem Stôckhamen (vom Verbum stôken, d. i. stochern, stöckern), der einen längern aber weniger gekrümmten Bügel als der Kratzhamen hat, wird in der Regel nur unter gleichzeitiger Anwendung der Stôkküle, Stür-, Störstange oder Stempfele (langer Stock mit kleinen Lederscheiben oder Zeuglappen am Stoßende) an abschüssigen und hohlen Ufern, unter Weidenbüschen, Wurzeln u. dergl. im Wasser stehend oder vom Schiff aus gefischt. Um nun beim Andrücken der Simmschnur (Setzen des Hamens) die nötige Unterstützung zu gewinnen, reicht der nicht sehr lange Stiel über den Pol des Bügels hinaus bis zur Simmschnur; auch ist er an diesem Ende in der Regel gabelig gespalten und fest in die Schnur eingebunden, wodurch das Drehen der Netzmündung um den Hamenstiel verhindert wird. Beim Kratzhamen (Oberweser), den man mit der Mündung nach unten an flachen Uferstellen, namentlich bei Hochwasserständen, vom Lande aus schräg auf den Grund führt und dann wieder den Boden kratzend zu sich einzieht, geht der möglichst lange und an seinem Ende gleichfalls gabelig gespaltene Stiel nur bis zu einer Querlatte, welche der Simmschnur parallel in passender Entfernung von dieser auf dem Bügel befestigt ist. Die gewöhnlichen Dimensionen sind folgende: Bügelweite oder Länge der Simmschnur beim Stôkhamen 3 m, beim Kratzhamen 1,8 bis 2 m; Höhe des Bügels d. i. Abstand des Poles von der Mitte der Simmschnur beim Stôkhamen 1 m; Abstand der Querlatte des Kratzhamens von der Simmschnur ca. 64 cm; Tiefe des Beutels 1,5 m. Um beim Fischen mit dem Stôkhamen in fließenden Gewässern das Auftreiben des Beutels zu vermeiden, wird letzterer in seinem Zipfel mit einem Stein beschwert.

Während der Stôkhamen in Flüssen und Bächen und hier besonders zum Forellenfange verwendet wird und gute Dienste leistet, ist dagegen der Kratz- oder Ziehhamen, zumal wenn die Simmschnur zwischen den Bügelenden durch ein starkes Querholz ersetzt ist, ein dem Fischbestande sehr gefährliches Gerät, dessen sich die Wildfischer bedienen um damit des Nachts die weiten flachen Ufer der Landseen abzuziehen, wobei unzählig viel Fisch- und Krebsbrut getötet, sowie allerlei Fischnahrung auf's Land geschleppt und der Krautwuchs gestört wird.

b) Der Scheerenhamen besteht aus zwei ungefähr im letzten Drittel ihrer Länge sich kreuzenden Stangen mit einem beutelförmigen Netze zwischen den längeren Schenkeln. Die Kreuzungsstelle wird mit einem Niet versehen oder gebunden, um die Stangen wie die Schenkel einer Scheere schließen und öffnen zu können, eine Einrichtung, welche nur für den leichtern Transport dieses sonst sperrigen Gerätes bestimmt ist. Man klappt alsdann die Stangen zusammen und wickelt das Netz um dieselben. Beim Gebrauch werden die Stangen so weit geöffnet, daß die Simmschnur des Netzes zwischen den Enden der Stangen hinlänglich gespannt erscheint und zur Fixierung dieser Lage bedient man sich eines kleinen, an den schmalen Seiten passend ausgekerbten Querholzes (Sperrholz), das in der Nähe des Kreuzungspunktes zwischen den längern Schenkeln eingeklemmt wird. Der Fischer stellt sich in den hintern kurzen Winkel und führt das Netz schräg in den

Strom. Am lohnendsten ist der Fang mit dem Scheerenhamen in Flüssen, wenn das Wasser die Ufer füllt, noch im Steigen begriffen und trübe ist.

Der Scheerenhamen ist ein weit verbreitetes Gerät, dessen Dimensionen je nach den örtlichen Verhältnissen mannigfach variieren; ebenso verschieden sind seine ortsüblichen Benennungen. An der Oberweser Schragen, am Unterlauf der Nordseeflüsse und an der Küste daselbst Stecklade, Lebe; Greif- oder Streichwade in der Prov. Sachsen und anderwärts; Uckeleischeere (mit sehr großem Beutel) in der Prov. Brandenburg; Krytnetz in Ostpreußen. Wir finden ihn ferner als Treibhamen am Niederrhein, und als Gliepe an Stelle des Schöpfhamens zum Herausnehmen von Fischen aus Behältern an den Odermündungen.

Der Scheerenhamen geht in einen Kratz- oder Streichhamen mit geraden Bügelarmen über, wenn die kurzen Schenkel beinahe oder gänzlich in Wegfall kommen und dafür als Handhabe ein langer Stiel (Stange) an die Stelle tritt (Streichwade für Uckeleifischerei in Pommern, Kryt in der Gegend des Rußstromes, Ostpreußen).

c) Der Senkhamen oder die Senke ist ein mehr oder weniger beutelförmiges Netz mit horizontaler Mündung, das bis auf den Grund gesenkt und dann nach einiger Zeit wieder aus dem Wasser gehoben wird. Das quadratische Netztuch ist mit seinen Ecken an den Enden zweier sich kreuzender mehr oder weniger halbkreisförmiger Bügel so ausgespannt, daß es genügend beutelt, und der Kreuzungspunkt unmittelbar oder hängend am Ende einer langen Stange befestigt. Der am Ufer oder auf einem Fahrzeug stehende Fischer senkt das Netz vorsichtig ins Wasser, bis die Enden der Bügel den Grund berühren und hebt es, sobald er Fische darüber vermutet, schnell und gleichmäßig empor. Senken, mit denen noch freihändig gefischt werden kann, haben selten ein größeres Netztuch als von 2,5□ m Fläche; mit ihnen wird das sog. Wandelfischen betrieben, d. h. die Fangplätze werden beliebig gewechselt. Senken, die ihrer Größe und Schwere wegen nicht mehr aus freier Hand eingesenkt (geduckt, daher die Bezeichnung Ducker) und gehoben werden können, sind dagegen, wenn das Wasser mit Kähnen nicht befahren werden kann, an feste Fangplätze gebunden; sie erfordern einen Stützpfahl nahe am Ufer im Wassergrunde zum Auflegen der Hebestange, die dann wie der Schwengel eines Ziehbrunnens gehandhabt wird. Auf größern Gewässern benutzt man zum Fischen mit solchen schweren Senken flache Fahrzeuge mit passend angebrachtem Stützpfahl, in dessen gabelförmig ausgeschnittenem Kopf der Hebebalken oder Schwebebaum auf einem quer durchgesteckten eisernen Bolzen ruht.

Große Senken zum Lachsfange sind auf der Weser am Wehre bei Hameln, auf dem Rhein zwischen Oberwesel und St. Goarshausen in den sog. Lachswaagen und in der Schweiz (sog. Stuhlfischerei) im Gebrauch.

Das Fischen mit der Senke ist am vorteilhaftesten, wenn das Wasser trübe und im Steigen begriffen ist. Gewöhnlich werden damit nur kleinere Cyprinoiden, namentlich Weißfische, Uckelei und Gründlinge gefangen, doch auch Döbel, Barsche, Plötze u. s. w. Auf den stationären Fangplätzen pflegt man die Fische durch öfteres Ausstreuen von Fleischabfällen, Brotbrocken u. dergl. anzuködern; viele befestigen auch geronnenes Blut auf Leinwandläppchen sowie anderen Köder in dem Senknetze selber.

Die mir bekannt gewordenen lokalen Benennungen sind folgende: Lutze oder Lusse im Gebiet der Oberweser, Fulda und Werra, Töte- oder Tütebell in Ostfriesland und Westfalen, Wippe am südwestlichen Fuße des Harzes (Söse und Rhume), Taubel, Tauber, Trauper, Drauper, Draubärm in Süddeutschland bezw. Oesterreich, Zirbel oder Hebegarn an der Mosel, Setzbär, Setzbeer, Ducker in Süddeutschland.

Um tiefe Wassertümpel, Kessel von Wehren, Mühlenkolke sowie stehende Wasser (Seen und Teiche) mit dem Senkhamen zu befischen, ist es vorteilhafter statt des einfachen

Netztuches ein dreiwandiges Netz zu nehmen, dessen Mündung an einem entsprechend großen Eisenring befestigt ist. Man hängt dasselbe wie eine Wagschale mittelst einer ausreichenden Anzahl von Schnüren an einem langen Ziehtau auf und führt dieses Tau über eine Laufrolle im Ende eines am Vorderteile des Fahrzeuges oder am Ufer angebrachten Krahnbalkens. Um das Senken und Heben des Netzes gleichförmiger und bequemer ausführen zu können, bringt man außerdem am Krahnbalken in passender Höhe eine Handwinde an (vgl. Hertzmann'scher Senkhamen in amtl. Berichte der internationalen Fischereiausstellung zu Berlin 1880, Teil III, pag. 61).

Fischerei mit Reusen.

§ 25. Unter Reusen fassen wir hier alle diejenigen Fanggeräte von vorherrschend cylindrischer oder konischer Gestalt zusammen, welche mit trichterförmigen Eingängen (Einschluff, Einkehlen) versehen sind. Sie bestehen entweder aus Garnmaschen und sind daher cylindrische Netze, die je nach ihrer Länge über drei oder mehr Bügel ausgespannt werden, am Vorderende einen trichterförmigen Eingang haben und am hintern oder Schwanzende (Start oder Steart) kegelförmig zugespitzt und geschlossen sind (nur die Trommelreuse hat vorn und hinten einen Eingang); oder aber sie bestehen aus Flechtwerk von Weidenruten, Rohr, dünnen Holzstäben, Fichten- oder Kiefernwurzeln, Draht u. dergl. Material und sind also größere oder kleinere korbartige Fanggeräte von vorwiegend konischer Gestalt. Ihnen kam ursprünglich die Bezeichnung Reuse oder Korb allein zu.

Werden die Garnreusen an ihrer Mündung mit zwei divergierenden, senkrecht stehenden Netztüchern, sog. Flügeln, verbunden, um die Fische dadurch nach dem Eingang zu leiten, so heißen sie Flügelreusen. In dem seereichen norddeutschen Flachlande östlich von der Elbe nennt man die Flügelreusen Garn- oder Fischsäcke, in West- und Ostpreußen auch Wenter. Sie werden teils einzeln, teils zu zweien und vieren mit Streichtüchern (Leitgarnen, Leidings) verbunden zu sog. Panten (O.- und W.-Preußen) aufgestellt. Diese letztern, sowie die sog. Warten, worunter man eine Reihe parallel nebeneinander aufgestellter, zweiflügeliger Wenter versteht, gehören indessen mehr den Haffen- und Strommündungen an.

Je nach den Dimensionen und Maschenweite benennt man vielerwärts die Garnreusen nach den zu fangenden Fischen als: Forellen-, Hecht-, Blei-, Aalreuse u. s. w. An der Oder (Küstrin), in der Prov. Brandenburg unterscheidet man die Garnsäcke nach der verschiedenen Anzahl und Größe der beim Stricken aufzunehmenden Maschen als Großer Drei-Mandel-Sack, Kleiner Drei-Mandel-Sack und Zweieinhalb-Mandel-Sack. Die Flügel werden hier in der Regel nicht länger genommen als die Säcke und vermittelst Sperrhölzer, Kunzen, auseinandergehalten. Jeder Sack, an welchem Vorderrumpf (Vorderbauch bis zum dritten Bügel), Mittelrumpf (Mittelbauch bis zum fünften Bügel) und Sterz (Start oder Steert) unterschieden werden, hat fünf Bügel (Reifen) und zwei Einkehlen (Vorder- und Hinterkehle). Die Einkehle des Vorderrumpfes wird durch vier Schnüre, Strusen genannt, welche nach dem dritten Bügel gehen, möglichst weit (viereckig) auseinandergehalten; die Einkehle in dem Hinterrumpf wird dagegen nur durch zwei Schnüre, die nach dem fünften Bügel gehen, so eingestellt, daß sie nur einen ganz schmalen Schlitz bildet. Der hinter dem fünften Bügel liegende Sterz kann auf- und zugeschnürt werden, um die Fische herauszunehmen. Die Garnsäcke werden gern in der Nähe von Binsen und Rohrstellen im flachen Wasser an Pfählen stroman aufgestellt; in der Oder und Warthe zur Frühjahrszeit, in den Altwässern, deren Abflüssen und Gräben aber fast das ganze Jahr hindurch; sie fangen vorzugsweise des Nachts.

Im Emsgebiet und am Niederrhein heißen die Garnsäcke Fuken und man unter-

scheidet zwischen Lachs-, Fisch- und Aalfuken. Sie werden an drei Stangen aufgestellt, eine an jedem Flügel und eine am Hinterende. Die Lachs- und Fischfuken sind einfacher eingerichtet als die Aalfuken. Die letztern bestehen, wenigstens im ostfries. Emsgebiet, aus zwei Teilen, nämlich aus der eigentlichen Fuke und dem daran festgebundenen Fangraum, der sog. Kiebuse (Kiekebus) oder Kübbe. Die Fuke hat drei an Größe etwas abnehmende Bügel und zwei Einkehlen, die Kübbe ebenfalls drei Bügel und eine Einkehle. Der erste Teil der Fuke vom ersten bis zweiten Bügel heißt Vörleger, der darauf folgende vom zweiten bis dritten Bügel Achterleger und das über dem dritten Bügel hinausgehende Ende das Stütende; der erste oder Anfangsbügel der Kübbe ist etwa nur halb so groß wie der vorhergehende Fuken- und der nachfolgende Kübbenbügel; er wird in das Stütende eingeschoben und mittelst einer Schnur, welche durch die letzte Maschenreihe des Stütendes läuft, festgeschnürt. Bei der Revision wird die gefüllte Kübbe losgebunden und durch eine andere ersetzt, während die Fuke mit den Flügeln stehen bleibt. Die Kübbe oder Kiebus dient also zugleich zur vorläufigen Aufbewahrung und zum Transport der gefangenen Aale.

Ganz abweichend hiervon ist der sog. Aalhamen der Weser in der Gegend von Stolzenau bis Bremen. Es sind dies ca. 11 bis 12 m lange, einkehlige Säcke, deren vierseitige Mündung an Pfählen ausgespannt wird; hinter der Mitte des sich verjüngenden Sackes ist der erste Bügel von ca. 60 cm Weite eingespannt und dahinter in einem Abstande von 1,5 m ein zweiter. Die Einkehle ist lang, beginnt schon vor der Mitte des Sackes und ist auf den zweiten Bügel mit zwei Schnüren eingestellt. Man fischt mit diesen Säcken, welche bis zu 8 oder mehr dicht neben einander aufgestellt werden, von August bis Dezember vorzugsweise des Nachts auf Treibaal, d. i. der zum Meere ziehende Aal. Die Hauptmonate sind jedoch Oktober und November.

Auch die Garnkörbe zum Neunaugenfang werden hier Hamen genannt. Es sind zweiflügelige ca. 3 m lange Säcke mit vier Bügeln und zwei Einkehlen. Sie werden in seichtem Wasser an „Brinken, wo der Strom eben hineinspielt", mit der Mündung stromabwärts aufgestellt. Hauptzeit oberhalb Bremen von November bis März.

Die einfachsten Reusenformen aus Garnmaschen sind die Forellen- und die Trommelreuse. Die in Bächen gebräuchliche Forellenreuse, welche auch zum Krebsfang benutzt werden kann, hat eine Länge von ca. 70 cm und ist über drei Reifen gespannt, von denen der mittlere, der gern ein bischen größer als die beiden andern genommen wird, 21 cm Durchmesser hat. Gleich hinter dem ersten Reif befindet sich eine Einkehle, Aeck, welche durch drei oder vier von ihrem Hintersaum ausgehende und am dritten Reif oder in dem zugeschnürten Schwanzende des Netzes befestigte Bindfaden in Spannung gehalten wird. Ihrer geringen Größe wegen brauchen die Forellenreusen nicht an Stöcken oder Stangen aufgestellt zu werden; man verankert sie mittelst eines Steines, der in eine zu diesem Zweck durch die letzte Maschenreihe des Netzes gelegte und von da frei auslaufende Schnur gebunden wird. Um die Reuse in ausgestreckter Lage zu erhalten, spannt man sie zwischen zwei abgepaßte Haselruten, welche entweder an beiden Enden oder nur vorn mit einer kleinen natürlichen Gabel, sog. Zwille, versehen sind. Im letztern Falle werden die hintern unbewehrten Enden der beiden Ruten unmittelbar hinter dem Netzende in die Ankerschnur gebunden und die vordern Gabelenden durch eine Masche am ersten Reif eingehakt.

Die Trommelreuse, zwischen Weser und Rhein Bunge, im Flachlande östlich von der Elbe Bollreuse auch Bolljacke (Oder bei Küstrin), in manchen Gegenden Süddeutschlands bezw. Oesterreichs Wolf (übereinstimmend mit der französischen Bezeichnung la Louve), Wartwolf, Wadluff, Warluff, — es werden jedoch auch wohl die Garnsäcke mit nur einer Eingangsöffnung, wie beispielsweise die Forellenreuse,

„Wölfe“ genannt — ist ein cylindrisches, über drei gleich große Reifen gespanntes Netz, welches hinten und vorn einen Eingang mit Kehle hat. Wie die Forellenreuse wird die Trommel mittelst zweier, an beiden Enden gabelig gekerbter Holzstäbe gespannt erhalten, oder es werden die Reifen an den Holzstäben festgebunden. Beim Gebrauch müssen diese Reusen durch hineingelegte oder angebundene Steine beschwert werden.

Die Bolljacken bezeichnet man nach der Größe und Maschenweite als Blei-Bolljacken, wenn sie 51 mm Maschenweite haben, als Gösen-, Schlei-, Hecht- und Barsch-Bolljacken, wenn ihre Maschenweite resp. 40, 30, 25 und 20 mm beträgt. Man legt sie in Rohr-, Schilf- und Krautstellen, nachdem man zuvor mit der Grundsichel eine passende Rinne für sie hergestellt hat. Auch versieht man die Trommelreusen zuweilen mit Flügeln, um die Mündungen von Altwässern, Seitenarmen, Buchten, Durchgänge u. dergl. möglichst abzusperren. Kleine Trommelreusen, die man mit Fischen oder Schnecken beködert, benutzt man zum Krebsfange.

Die aus Weidenruten geflochtenen Aalkörbe, in Norddeutschland vorzugsweise Aalreusen genannt, sind gewöhnlich 1,20 bis 1,60 m lang und am Eingange 30 bis 50 cm weit; das hintere spitz kegelförmig zulaufende Ende ist entweder geschlossen oder hat eine Oeffnung, die durch einen passenden Holzpfropfen verschlossen wird. Im Innern befinden sich zwei trichterförmige Kehlen. Das Einbringen des Köders und die Herausnahme der gefangenen Aale geschieht bei den an der Spitze zugeflochtenen Körben durch eine seitliche Oeffnung, welche gleich hinter der zweiten Einkehle angebracht ist und durch ein aufgelegtes Brettchen mittelst zweier riegelartig in das Geflecht einzuschiebender Rutenstücke verschlossen wird. Man legt die Körbe einzeln mit Steinen beschwert aus oder auch in größerer Anzahl an einer langen Leine befestigt und revidiert sie je nach Umständen täglich oder auch nach längeren Pausen.

Die Neunaugenreusen der Oder (bei Schwedt) sind aus dünnen Holzstäben und Kiefernwurzeln geflochten, ca. 1,1 m lang und am offenen Ende ca. 32 cm weit. Sie werden nebeneinander an einem Reep (Tau) befestigt und dieses quer durch den Strom gelegt. Der Neunaugenfang findet dort in den Monaten November, Dezember und Januar statt und macht in manchen Jahren einen bedeutenden Teil der Fischerei aus.

Am Rhein (bei Wesel) sind dagegen die Neunaugenkörbe kurz und gedrungen. etwa 0,45 cm lang, hinten etwas weiter (29 cm) als vorn (25 cm) und dann stumpfkegelig geschlossen. Sie haben ebenfalls zwei Einkehlen sowie eine Klappe oder Thür zum Herausnehmen der gefangenen Neunaugen und werden von Oktober an in großer Zahl an einem aus Weiden gedrehten Seil quer durch den Strom gelegt.

Der am Niederrhein gebräuchliche Lachskorb ist ein aus Weidenruten sehr leicht geflochtener walzenförmiger Korb mit kegelförmigem Ende. Der Abstand der längslaufenden Weidenruten beträgt an dem ca. 90 bis 95 cm langen walzenförmigen Teile etwa 5 bis 8 cm. Der ca. 50 cm lange trichterförmige Eingang ist 80 cm, an der hintern Oeffnung nur 30 cm weit. Von da an, wo der Korb sich kegelförmig verjüngt, ist die erste Hälfte dieser Verjüngung ganz dicht durchflochten, die letzte Hälfte wieder licht. Hierdurch entsteht, wenn der Korb mit der Mündung stromab in den Fluß gelegt wird, ein Aufstau und infolge dessen im Korbe selbst ein kleiner Strudel, durch welchen der Lachs zum Eintritt verleitet wird. Körbe ohne diesen dicht geflochtenen Gürtel fangen nicht. Um den Korb auf der Flußsohle zu halten, wird an seinem Hinterende ein etwa 10 Pfd. schwerer Stein befestigt; außerdem hängt er an einem 20 bis 30 m langen Tau aus Weidenruten, welches seinerseits an einem eingeschlagenen Pfahl oder ebenfalls an einem schweren Ankerstein befestigt ist. Man legt gern 10 bis 12 Körbe nebeneinander und sieht sie des Morgens und Abends nach. Der gefangene Lachs wird durch eine kleine Thür herausgenommen.

Rutenkörbe von größerem Umfange als der gewöhnliche Aalkorb und dem entsprechend auch mit weitern Einkehlen (ein oder zwei) werden in der Oberweser und ähnlich auch in andern Flüssen (Rhein, Mosel, thüring. Saale rc.) zum Fange von Barben, Döbeln, Zärthen und Plötzen gebraucht. Den Sommer über benutzt man einkehlige Körbe, sog. Aufstkörbe, welche abends mit Köder ausgelegt und morgens gehoben werden. Als Lockspeise, die in der Mitte des Fangraumes hinter der Einkehle befestigt wird, benutzt man geronnenes Blut, gekochten Käse und zur Zeit, wo das sog. Auft über und am Wasser schwärmt, aus diesen Insekten (Ephemeriden) zusammengeknetete Kugelballen, die mit einem Strohhalm umwickelt werden, damit sie im Wasser nicht allzuschnell auseinanderfließen. Die eigentlichen Barbenkörbe haben zwei Einkehlen; sie werden erst mit Beginn der kalten Jahreszeit an solchen tieferen Stellen ausgelegt, wo sich Barben zur Ueberwinterung einzufinden pflegen.

Zur Reusenfischerei zählt auch das Archschlagen oder die Errichtung sogenannter Reuspenfache (Bayern, Oberösterreich, Schweiz), das Gangfischfach (Bodensee), das Fischwehr, Aalwehr oder Aalfach (Hessen rc.) sowie das Lachswehr. In kleineren Flüssen wird dadurch in der Regel die Freizügigkeit der Fische vollständig verhindert, indem von beiden Ufern aus in schräger Richtung durch Flechtwerke die Flußstraße abgebaut wird und nur in der Mitte soviel Raum offen bleibt, um eine Reuse (süddeutsch Reuspe, Reispe) einlegen zu können. Jetzt wohl in den meisten Ländern verboten.

Fischerei mit Stell- oder Setznetzen.

§ 26. Hierunter begreifen wir alle diejenigen im Wasser aufrecht stehenden oder an Stangen aufgestellten oder vor Anker gesetzten einfachen oder dreiwandigen Netze, in deren Maschen die Fische mit den Köpfen hineinschießen und hängen bleiben sollen. Die Maschenweite der einfachen Stell- oder Setznetze richtet sich nach der Größe der Fische, welche damit gefangen werden sollen. Ist die Maschenlänge der größten Höhe des Fisches vor der Rückenflosse gleich, so kann der Fisch zwar mit dem vordern Teil des Körpers hinein, aber nicht hindurchkommen und bleibt bei dem Versuche zurückzugehen in der Regel mit dem Kiemendeckel hängen und vermascht sich bei den Befreiungsversuchen auch oft noch mit dem Schwanz in benachbarten Maschen. In etwas anderer Weise fangen die dreiwandigen Netze (Lederingsnetze, Klebgarne, Spiegelnetze, dreimaschiges Netz). Sie bestehen zwischen Ober- und Unterleine (Simm, süddeutsch Erche) aus drei Netzwänden, deren mittlere, das Ingarn oder Blatt, enge Maschen hat und sehr weit und lose eingestellt ist, während die beiden äußern (Leding, Ledering oder Leiterung) sehr große Maschen (Ledemaschen oder Leeren) haben und steif zwischen Ober- und Untersimm eingestellt sind. Schießt nun ein Fisch gegen das Netz, so nimmt er das lose feine Mittelnetz durch die Lederingsmasche mit hindurch und sitzt dann wie in einem Beutel fest. Damit das Ingarn beim Durchschießen der Fische durch die Spiegelmaschen ordentliche Beutel machen kann, wird es auf die halbe Breite und 1/4 bis 1/3 der Länge eingestellt (eingestaut), d. h. es muß noch einmal so breit und um 1/4 bis 1/3 länger genommen werden, als die gesamte Ledering.

Zu den einfachen Stell- oder Setznetzen, welche auf der Havel und Spree nebst den zugehörigen Seen gebräuchlich sind, gehören:

Das Zandernetz, auch Barsch- oder Weites-Netz genannt, 45 m lang, 20 Maschen tief, Maschenweite 30—40 mm. Man fischt damit im Frühjahr und Herbst, indem man 6 bis 8 Netze aneinanderreiht und in Form eines Halbkreises am Schaar aufstellt. Die Fische werden durch Pulsen mit der Pulskeule in das Netz getrieben.

Das Plötznetz, 45 m lang, 20 Maschen tief, Maschenweite 25 mm, wird während

des Sommers gebraucht und wie das vorhergehende zu 5 bis 7 Stück aneinander gereiht halbkreisförmig aufgestellt.

Das Kaulbarschnetz, 45 m lang, 22 Maschen tief, Maschenweite 15 mm; jetzt ungesetzlich, wurde früher in der „Laufzeit" der Kaulbarsche, d. i. im April an Brücken und Schaaren gestellt. Schaar nennen hier die Fischer den Uebergang vom harten Grund zum Moder.

Alle diese Netze sind aus ganz feinem Zwirn gearbeitet und auf einem schnurdicken Reep von Pferdehaaren lose eingestellt, oben mit Flotten von Binsen und unten mit Bleiknoten, so daß sie im Wasser aufrecht stehen, aber den Grund berühren. Sie werden vom Kahn aus geschoben (ausgesetzt) und alsbald nach dem Pulsen wieder eingezogen.

Eine abweichende Form der Stell- oder Setznetze ist das Stöckergarn der Oberweser, welches auch auf der Saale bei Weißenfels als sog. Treibzeug (sogenannt, weil die Fische dort hineingetrieben werden) gebräuchlich ist. Das Stöckengarn besteht aus 6 oder 9 an ihrer Mündung wie die Finger eines Handschuhs zusammenhängenden Beuteln, die in einen gemeinsamen Rahmen gespannt sind und dadurch einen sich konisch verjüngenden Eingang bekommen, aber hinter demselben in ihrer ganzen Länge cylindrisch bleiben, 24 Maschen im Umfang haben und 12 Maschen hoch sind; Maschenweite 3 cm. Der mit der Strömung in den Beutel gelangende, oder wenn getrieben, in denselben schießende Fisch vermascht sich alsbald, wenn er sich nach oben, unten oder seitwärts wendet; das nachgiebige Maschenwerk legt sich um ihn herum, der Beutel erweitert sich an der Stelle, wo der Fisch durch die Masche will, und verengt sich dementsprechend hinter und vor ihm; der Fisch liegt dann quer im Beutel gefangen.

Ober- und Untersimm dieses Netzes werden durch eingespannte, etwa fingerdicke Haselstöcke, die mit der Netzwand gleiche Höhe haben, auseinandergehalten. Ein neunbeuteliges Stöckergarn hat deren vier, ein sechsbeuteliges drei, so daß also außer den Stöcken an jedem Ende jedesmal zwischen dem dritten und vierten Beutel ein solcher vorhanden ist. An jedem Stock ist ferner oben und unten je eine 5 bis 6 Fuß lange Schnur befestigt; beide laufen in einer Entfernung, die etwa der Länge des Stockes gleichkommt, in einen Knoten zusammen und bilden dadurch mit dem Stock selbst ein gleichschenkliges Dreieck, während der Rest beider Schnüre frei ausläuft. Will man das Netz aufstellen, so wird in diese freien Enden ein Stein von genügender Schwere (1½ bis 2 Pfd.) gebunden, alsdann vom Schiff aus, welches der Hintermann mit der Stange quer durch den Strom dirigiert, der erste Stock mit dem Stein ausgeworfen, darauf der zweite und so fort. Die Beutel fließen im Strome aus, die Mündungswand des Netzes wird dagegen durch die Steine und Ankerschnüre in aufrechter Stellung auf dem Grunde festgehalten.

Mit diesem Netz fischt man vom Frühjahr bis zum Laubfall; es wird gegen Abend ausgeworfen und am andern Morgen früh entweder mittelst einer langen Hakenstange aufgezogen, oder wenn eine Zugleine mit „Schwimmknüppel" an dem ersten oder letzten Stock angebracht ist, mittelst dieser.

In ruhigen Stromstrecken, sog. Pfühlen, stellt man auch wohl die ganze Strombreite querüber mit Stöckergarnen ab und treibt dann die Fische von oben her mit Stangen den Stöckergarnen (Treibzeug) zu, oder man fischt von oben her mit einem Zieh- oder Zuggarn (Fließgarn) den aufgestellten Stöckergarnen entgegen.

Im Fangprinzip dem Stöckergarne ganz ähnlich, auch ebenso eingestellt und in derselben Weise beim Aufstellen oder Aussetzen verankert, ist das Klopf- oder Kloppgarn der Oberweser. Es gehört nicht, wie v. dem Borne es darstellt, zur Kategorie der Garnschläuche, sondern zu den Netzen, in deren Maschen der Fisch hängen bleiben soll (vgl. Metzger, amtl. Berichte über die Fischerei-Ausstellung zu Berlin 1880, III pag. 9).

Zu den dreimaschigen Stell- oder Setznetzen gehören:

Das Portnetz oder Staknetz (Norddeutschland östl. von der Elbe), Schakelgarn (Ostfriesland), Takel (Schleswig-Holstein). Mit den Portnetzen wird vorzugsweise im Gelege gefischt, d. h. an Rohr-, Schilf-, Binsen- und Krautstellen. Das Gelege wird mit Portnetzen umstellt und alsdann die Fische in dieselben gescheucht, indem man mit einer langen Stange, Jagstange, an deren Ende ein Strohwisch, getrocknetes Schilf oder Rohr, der „Jäger“, befestigt ist, wiederholt in den umstellten Grund stößt. Die gewöhnlichen Dimensionen der Portnetze schwanken zwischen 15 bis 20 m Länge und 1 bis 2 m Höhe. Die weitmaschigen Außenwände werden aus Bindfaden, das engmaschige Ingarn aus feinem Zwirn hergestellt. An die obere Simmschnur, gewöhnlich eine Pferdehaarleine, kommen eiförmige, etwa 10 cm lange und 4 cm starke Flotten aus Steinbinsen (Scirpus lacustris) in Zwischenräumen von 21 cm; die untere Simmleine trägt in Abständen von ca. 16 cm Bleirollen von 4 bis 5 cm Länge.

Blei-, Raab-, Hecht- und Fischport sind nur nach der Maschenweite der Ledering und des Ingarns verschieden.

Fischerei mit Treibnetzen.

§ 27. Treibnetze sind wie die Stell- oder Setznetze einfache oder dreimaschige Netzwände, in deren Maschen die Fische hängen bleiben, sich einbeuteln oder verwickeln (verstricken, vertakeln) sollen. Während aber die Stellnetze durch Gewichte (Senker) mit der Unterleine auf dem Grund fest aufstehen, werden die Treib- oder Driftnetze von der Strömung fortbewegt oder hängen doch, wo keine Strömung ist, durch ihre Flotten an der Oberfläche des Wassers. Bei Treibnetzen sind daher am Untersimm entweder gar keine Senker erforderlich, oder aber nur so viel, als die Flotten am Obersimm bequem tragen können.

Die am Unterlauf der Nordseeflüsse (Ems, Weser, Elbe) zum Störfang gebräuchlichen Pümpelnetze oder Pümpelgarne, einfache Netzwände mit lose eingestellten Maschen von 17,5 bis 19,5 cm Weite, haben gar kein Untersimm. An dem von einer sog. Neungarnsleine gebildeten Obersimm werden in Abständen von je 18 Fuß etwa 9 Fuß lange „Bänder“, die sog. Pümpelleinen, festgebunden, an denen Treibhölzer von flaschenförmiger Gestalt, „Pümpel“ genannt, befestigt werden. Da das 16 bis 22 Maschen tiefe Netz mit den untersten Maschen den Grund berühren muß, so bindet man bei hohem Wasserstande die Pümpel an das Ende der Bänder, bei niedrigem nach Verhältnis kürzer.

Das Bleinetz der Oder bei Schwedt und Fiddichow ist ebenfalls ein einfaches Treibnetz ohne Untersimm. Es ist von ganz feinem Garn geknotet, 720 bis 900 Maschen lang und 32 Maschen tief; Maschenweite 7 cm. Am Obersimm befinden sich in Abständen von 94 cm Flotten (meist sog. Buttenflöße, Butten = Lysimachia vulgaris) von ca. 46 cm Länge. Zum Fischen, das vom Juli bis Anfang Oktober des Nachts betrieben wird, ist ein Mann mit Kahn erforderlich. Gewöhnlich werden drei Bleinetze aneinandergebunden und an das eine Ende der zusammengesetzten Oberleine ein Desfatt (Schöpfkelle oder Wasserschüppe von Holz) befestigt. Während der Fischer mit dem Ruder in der einen Hand den Kahn quer abhält, wirft er, mit der andern Hand eine Buttenflöße nach der andern ergreifend, nach und nach das ganze Netzwerk aus und treibt, das letzte Ende der Oberleine in der Hand behaltend, so weit er will neben demselben stromabwärts. Sobald ein Fisch gegen die Netzwand, die nur mit dem Strom treibt, anläuft, spürt der Fischer einen Ruck in der Hand. Ist es ein großer Fisch, so muß die Leine alsbald über Bord geworfen werden, weil sonst der Fisch das stramm festgehaltene Netz zerreißen würde; gibt dieses dagegen nach, so verwickelt er sich in demselben. Obschon gewöhnlich nur Bleie, Rapfen und Zander gefangen werden, so wickelt sich doch mitunter auch einmal ein Lachs oder Stör fest.

Die Zure, in der Schwedter Fischerordnung Kolternetz, im Munde der dortigen Fischer Paiatz genannt, ist ein dreiwandiges Treibnetz, das ebenso wie das Staknetz konstruiert ist, jedoch in der Ledering eine um 2 Fuß größere Tiefe (= 7 Fuß) und im Ingarn weitere Maschen hat (5 bis 7 cm). Es wird in nicht zu starken Strom auf blankem Grunde gebraucht und sind dazu zwei Kähne mit je einem Mann erforderlich. Nachdem die Zure mitten im Strom auf sandigen Stellen ausgesetzt und eine Zeit lang durch den Strom fortbewegt ist, fahren die Kähne, welche jederseits die Reepe (Zugleinen) führen, zusammen und die Fischer ziehen das Netz an beiden Simmen zugleich auf. Es werden damit nur größere Fische als Bleie, Hechte, Welse und Zander gefangen, im Herbst und Winter vorwiegend Quappen. Im Frühjahr fischt man bei Hochwasser mit der Zure auch auf blanken Wiesen. Sie ist, weil zu allen Jahreszeiten anwendbar, als eins der lohnendsten Geräte zu bezeichnen.

Das Wintersalm- und Sommersalm-Treibnetz des Niederrheins bei Wesel und das Lachsgrundgarn der Unterelbe sind ebenfalls dreiwandige Garne. Das Ingarn des Wintersalm-Treibnetzes ist 750 Maschen lang und 13 Maschen tief mit einer Maschenweite von 9,5 cm. Die Außenwände, hier Leeren genannt, haben 29 cm Maschenweite. Das Sommersalm-Treibnetz hat engere Maschen, 7,5 cm im Ingarn und 27 cm in den Leeren; es ist 1000 Maschen lang und 18 Maschen tief. Zum Betriebe, wozu gewöhnlich 3 bis 4 Netze aneinandergereiht werden, ist ein Kahn und zwei Mann erforderlich. Das Ende des Treibnetzes, woran ein sog. Dobber (kleine Tonne) als Boje befestigt ist, wird nahe am Ufer ausgeworfen und dann das ganze Netz quer durch den Strom ausgebracht. Nachdem es eine Zeit lang getrieben — das Untersimm muß den Grund streifen — wird es in den Kahn eingezogen.

Nach Artikel II des Vertrags vom 5. Juni 1885 zwischen Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz, betreffend die Regelung der Lachsfischerei im Stromgebiete des Rheins, dürfen im Rheinstrom und seinen lachsführenden Nebenflüssen nur solche Treibnetze angewendet werden, welche zwischen Ober- und Untersimm nicht über 2,5 m breit sind. Einwandige Treibnetze, welche nur zum Fange von Stör bestimmt und geeignet sind, sollen dieser Beschränkung nicht unterworfen sein. Auch dürfen mehrere Treibnetze nur in einer Entfernung von einander ausgeworfen werden, welche mindestens das Doppelte der Länge des größten Netzes beträgt.

Das Lachsgrundgarn oder Lachstreibnetz der untern Elbe (Finkenwerder bis Zollenspieker) ist 75 m lang und 3,01 m breit. Maschenweite des Ingarns 8 cm, der Leede 33 cm. Am Obersimm sind 250 Flotthölzer in 30 cm Abstand von einander, am Untersimm 125 Bleiknoten in 60 cm Abstand. Es wird damit auf Lachs gefischt, so lange der Fang die Betriebskosten deckt oder einigermaßen lohnt; gewöhnlich von Januar an, wenn um diese Zeit die Eisverhältnisse es gestatten, bis in den Monat Juli hinein, die Hauptmonate sind März, April und Mai.

Die weiter aufwärts in der Elbe zum gewöhnlichen Fischfang gebräuchlichen Treibnetze sind ca. 100 m lang. Das Ingarn ist 35 Maschen tief und hat eine Maschenweite von 6 cm; die Außenwände sind 6 Maschen tief, mit einer Weite von 22 cm von Knoten zu Knoten. Es wird nur so mit Senkern beschwert, daß es auf den tiefen Stromstellen den Grund nicht berührt, sondern nur den weniger tiefen Sandgrund streift.

Auf der Unterelbe (Altenwerder) wird das dreiwandige Treibnetz auch zum Störfang gebraucht. Dieses sog. Störgrundgarn ist ebenso eingerichtet wie das Lachsgrundgarn, jedoch 57,12 m lang und 3,06 m breit; das Obersimm hat 168 Flotthölzer in 34 cm Abstand, das Untersimm 84 Bleiknoten in 68 cm Abstand.

Die Treibnetze zum Maifischfang auf dem Niederrhein sind von den dortigen

Sommersalmtreibnetzen nur durch feineres Garn und etwas engere Maschen verschieden; im Ingarn 7 cm, in den Leeren 26 cm Maschenweite; Länge gewöhnlich 75 m.

Fischerei mit Zugnetzen.

§ 28. Die hierhin zu rechnenden Netze werden alle auf längere Strecken durch das Wasser gezogen und zwar in den meisten Fällen mittelst besonderer Zugleinen. Sehen wir von dem dreiwandigen Zugnetz ab, so können alle übrigen auf zwei Hauptformen zurückgeführt werden, auf die Wade und auf den einfachen Schleif- oder Schleppsack. Die Waden zerfallen dann wieder in einfache, d. h. in solche ohne Sack und in zusammengesetzte, d. h. in solche mit Sack.

Das Zugnetz ohne Sack oder die einfache Wade, in der Schweiz Segi, am Rhein Säge oder Zegen (in lat. Urkunden sagena) genannt, ist ein einfaches Netztuch von viel größerer Länge als Höhe, an der Oberleine (Oberähre) mit Flotten (Trägern) von Holz, Kork, Rinde rc., an der Unterleine mit Senkern von Blei, Steinen rc. Damit die Wade sich beim Ziehen im Wasser von selbst busen- oder beutelförmig auslegt bezw. stellt, muß beim Einstellen des Netzes in die Simmleinen Netztuch (Garn) eingestaut, d. h. mehr Netztuch genommen werden als die Simmleine lang ist, etwa auf 7 m Leine 10 m Netztuch.

Die großen Seginen (Gangfischsegi rc.) des Bodensees haben eine Länge von ca. 221 bis 250 m und in der Mitte eine Höhe von 20 bis 25 m. Die gewöhnliche Maschenweite beträgt 4 cm. Sie werden von vier Mann an der Halde ins Schiff gezogen, das entweder an einem Pfahl oder Anker befestigt ist.

Die im Rhein und in andern Flüssen gebräuchlichen Zegen haben je nach der Breite und Tiefe des abzufischenden Wassers verschiedene Dimensionen. Sie werden aus Einzelstücken aneinandergereiht bis zu einer Gesamtlänge von 150 bis 180 m und darüber; ihre Höhe beträgt bei Wesel ca. 7 m, die Maschenweite 3 bis 6 cm. Das bei Hameln und weiter abwärts auf der Weser gebräuchliche Zugnetz besteht aus 7 Einzelstücken, welche zusammen eine Netzwand von ca. 107—130 m Länge bilden. Das Obersimm trägt Flotten von Kork oder Schwarzpappelborke, das Grundsimm Bleikugeln, deren Gesamtgewicht der Strömung entsprechend für alle 7 Netzstücke ca. 30 bis 35 kg beträgt.

Man führt das eine Ende vom Lande aus dicht am Ufer stromabwärts an der Hand, während das übrige Netz quer durch den Strom ausgerudert wird; der Kahn streicht darauf eine kurze Strecke am Gegenufer entlang und wendet sich alsdann mit seinem Netzende der bestimmten Aufziehstelle zu.

Auf eine Tagesarbeit mit einem Zuggarn, zu der fünf Mann erforderlich sind, rechnet man durchschnittlich 12 bis 15 Züge; wird mit zwei Zugnetzen auf derselben Strecke (Lachsauszug) gefischt, so verdoppelt sich dementsprechend die Anzahl der Züge und es bleibt, wenn Tag und Nacht gefischt wird, wenig Zeit für den Lachs übrig, um ungefährdet zu passieren.

Die Fischerei mit dem Zegen ist selbstverständlich nur da möglich, wo im Flußbette selbst keine Hindernisse, als Senkhölzer, große Steine u. dgl., an welchen das Netz hängen bleiben kann, vorhanden sind und wo ferner das Ufer zugleich passende Stellen zum Ausfahren und namentlich zum Aufziehen (Landen) des Netzes darbietet. Je weiter flußaufwärts, desto seltener kommen in der Regel solche Stellen vor.

Die Zugnetze, mit welchen die Kolken und Nebenarme des Niederrheins befischt werden, heißen dort Zingel- oder Lobbernetze. Sie werden, während das eine Ende am Lande bleibt, in Form eines Kreises ausgefahreu und dann am Ufer aufgezogen.

An der Oberweser, so wie im Gebiete der Fulda und Werra beschränkt sich der Gebrauch des einfachen Zugnetzes fast nur auf die Zeiten der Hochwasserstände, um alsdann

die überfluteten Wiesen und das sonst dazu geeignete Gelände abzufischen. Am günstigsten sind hierzu die im Winter und namentlich in den ersten Frühjahrsmonaten eintretenden Hochfluten; es ist alsdann der Hecht durchweg der Hauptfisch des Fanges, und wird daher auch die ca. 26 bis 30 m lange und 3 bis 4 m hohe ziemlich stark bebleite Wade schlechtweg Hechtgarn genannt. Das Raabgarn der Oder und Warthe, ca. 31 m lang und bis 12 m tief, mit Maschen von 45 mm, sowie das halb so lange Treibnetz sind ähnliche Geräte, welche jedoch von zwei Kähnen ausgefahren und, nachdem sich diese wieder einandergenähert, im Wasser aufgezogen werden.

Die Waden, welche sich aus einem Sack und zwei Flügeln zusammensetzen, dienen fast nur zur Abfischung von Seen und ruhigen dem Ebbe- und Flutwechsel nicht unterworfenen Strandgewässern. Ihre Dimensionen richten sich ebenso wie bei den einfachen Waden nach der Größe und Tiefe der zu befischenden Gewässer. Auf den Seen des Havel- und Spreegebietes unterscheidet man dementsprechend das große Garn, die große Kappe (Kabbe), die Schaarkappe und das Ziehzeug (Trecketüg). Die drei ersten sind Gezeuge der Großfischerei, das Ziehzeug, anderwärts auch kleine Klippe genannt, dagegen ein Gerät der Kleinfischer.

Jeder Flügel des großen Garnes setzt sich aus 12 bis 14 Einzelstücken zusammen von je 18 bis 23 m (10 bis 12 Klafter) Länge und 11 bis 15 m (6 bis 8 Klafter) Tiefe. Die drei ersten führen den Namen Buttstücke, so genannt nach dem am Vorderende des ersten Stücks befestigten Butt, einem Holzstück von ca. 1,5 m Länge und 8 bis 11 cm Durchmesser; die Maschenweite beträgt 55—60 mm. Die Einstellung an der Ober- und Unterleine geschieht schlagweise und zwar vier Maschen per Schlag auf je 21 bis 26 cm Länge. In zwei aufeinanderfolgende Schläge des Obersimms kommt je ein entsprechendes Kork- oder Borkenstück, während der dritte Schlag frei bleibt; am Untersimm trägt dagegen jeder 6. oder 7. Schlag einen Senker, in der Regel einen ringförmigen, aus Thon gebrannten Stein.

Auf die Buttstücke folgen die Enggarnstücke, 9 bis 10 an der Zahl; sie werden zu 6 Maschen per Schlag eingestellt, haben eine Maschenweite von 45 bis 50 mm und sind 135 Maschen tief. Hierauf kommt der Schwalg, das letzte Stück vor dem Sack; es wird auf 8 Maschen per Schlag eingestellt und hat eine Maschenweite von 23 bis 28 mm.

Der 22 bis 26 m (12 bis 14 Klafter) lange Sack besteht gewöhnlich aus vier Ringen. Der erste, Vorderhals genannt, wird aus einem Schwalgstück gemacht und hat 34 bis 38 m Umfang. Mit jedem folgenden Ring nimmt der Umfang allmählich um 3,8 m (2 Klafter) ab; hat also der Vorderhals einen Umfang von 34 m, so besitzt der letzte Ring oder der sog. Stoß einen solchen von 22,7 m. Auch die Maschen werden kleiner und gehen im zweiten Ring von 15 auf 12, im dritten von 12 auf 10 und im Stoß von 10 bis auf 8 mm herunter.

Bei offenem Wasser sind zur Fischerei mit dem großen Garn zwei Kähne, jeder mit vier Mann und einer Winde ausgerüstet, erforderlich. Sind Sack und Flügel samt den ca. 180 bis 200 m langen, an den Buttknüppeln befestigten Zugleinen an passender Stelle zu Wasser gebracht, so fährt jeder Kahn mit den Zugleinen seines Flügels in weitem Bogen nach der bestimmten Aufziehstelle, worauf alsbald das Garn ans Ufer gewunden und schließlich mit den Händen eingezogen wird.

Bei der Fischerei unter dem Eise treten an die Stelle der beiden Kähne zwei Schlitten, welche ebenfalls mit Winden ausgerüstet sind. Das Garn wird durch die große viereckige Einlaß- oder Senkwuhne (4 m lang und 1 m breit) allmählich und zwar mit den Flügeln zuerst zu Wasser gebracht. In die Zugleinen jederseits ist zu diesem Zweck eine lange blankgeschälte Stange gebunden, welche man von der Senkwuhne aus unter dem Eise die eine rechts, die andere links zu dem nächsten der auf dem Umfange der Eisfläche

des abzufischenden Seeteils ausgehauenen kleineren Löcher (Luhmen, Waaken, Wäken von 0,30 m Durchmesser in Abständen von ca. 9 bis 12 m) dirigiert und von hier ab mit Hilfe von hölzernen Gaffeln immer weiter von Luhme zu Luhme befördert, bis man mit beiden Stangen an der dem Einlaß (Inlaat) gegenüberliegenden Ausziehwuhne (Holung) zusammentrifft, worauf das Garn mittelst der Winden gezogen und aufgeholt wird.

Die große Kappe hat 228 bis 266 m Flügellänge und 9,5 bis 11,5 m Tiefe; sie wird von 6 Mann in zwei Kähnen gehandhabt. Die Schaar-Kappe, 114 bis 152 m lang und 7,6 m tief, erfordert vier Mann und zwei Kähne.

Das Ziehzeug (Treckettüg), gewöhnlich nur 3 bis 4 Fuß tief und in jedem Flügel ca. 29 m lang, wird mit den Händen gezogen; zu seiner Handhabung sind zwei Mann und ein kleiner Kahn erforderlich. Wird in Ost- und Westpreußen kleine Kleppe oder Klippe genannt, bei Küstrin an der Oder kleine Briese.

In Ostfriesland nennt man die Zugnetze Tögen und unterscheidet je nach den Dimensionen und der verschieden Maschenweite zwischen Fisch-, Aal- und Maifischtöge. Die Aaltôgen sind in der Regel nur 28 m lang und in der Mitte bis 3 m tief, die Fischtôgen 56 m lang und 6 m tief; die Maifischtôgen haben eine Länge von 94 m und eine Tiefe von 9 bis 10 m. An den Flügelenden der beiden zuletzt genannten Tôgen befinden sich Buttknüppel, woran die Zugleinen befestigt werden, an der Aaltôge nicht.

Das Blaufelchengarn oder die Blaufelchensegi des Bodensees hat eine Länge von ca. 120 m, wovon auf jeden Flügel 45 m kommen. Die Flügel haben eine Maschenweite von 14 cm, der Sack von 4 cm. Das ganze Garn hat einen Tiefgang von 30 bis 35 m; es wird damit von vier Mann in einer Tiefe von 50 bis 200 m gefischt und zwar ohne daß dabei das Schiff irgendwo befestigt werden kann. Die große Maschenweite in den Flügeln ist der leichtern Handhabung wegen notwendig; sie ist an sich zum Fangen der Blaufelchen über dreimal zu groß, und diese können mit Leichtigkeit durchschlüpfen und schlüpfen auch durch, aber nur dann, wenn die Wasserströmung nicht derart ist, daß durch das Ziehen die Maschen sich gleichsam schließen.

Zu den sackförmigen Zugnetzen (Schleif- oder Schleppsäcken), welche von einem quer fortbewegten Kahn gezogen werden, gehören die Flock- oder Flacknetze der Provinz Brandenburg. In der Regel haben diese Säcke keine Flügel; ist dies jedoch der Fall, so sind die Flügel kaum so lang oder nur wenig länger als der Sack, wie dies z. B. bei der Krebszeese und dem Trödelgarn der pommerschen Oderfischer der Fall ist. Das Fischen mit diesen Gezeugen, das schlechtweg als Flöckerei oder Flacken bezeichnet wird, geschieht zumeist des Nachts in Flüssen, Stromgräben und Seen an derjenigen Seite, wo sich Gelege (Rohr, Schilf, Kraut u. s. w.) befindet.

Je nach der Maschengröße, die sich nach der Fischart richtet, auf deren Fang es beim Flacken besonders abgesehen ist, werden die Flacknetze als Gründlings-, Stint-, Kaulbarsch-, Raab- und Fischflöcke bezeichnet.

Der Fischflack (Seeflack, Treibflack) ist ein etwa 6 m breiter und 7 m langer Sack mit Binsenflotten am Simm der Oberwand und mit Senksteinen oder Bleiknoten am Simm der Unterwand. Maschenweite 2,5 bis 4 cm. Von dem Ende des Obersimms geht jederseits eine 7 bis 10 m lange Zugleine aus, mit welcher das entsprechende Ende des Untersimms durch eine kurze Schnur, die Unterstase, verbunden ist. Die eine Zugleine wird mit dem einen Ende, die zweite mit dem andern Ende des querliegenden Kahns verbunden, und dieser alsdann von zwei Fischern mit Hilfe von langen Stoßrudern stromab geschoben. An die Enden des Untersimms oder an die Unterstase kommt noch ein größerer Senker, der sog. Handstein, ein meist 5 bis 7 Pfd. schwerer durchbohrter Kalkstein.

Der Treibflock der untern Havel (auch Treibnetz genannt) führt außerdem noch zwei Pferdehaarleinen als Fühlleinen, welche jederseits etwa 1 m hinter der ersten

Binsenpuppe (Flotte) an der Oberwand des Sackes befestigt sind. Die beiden Fischer sitzen an den Enden des querliegenden Kahns und während sie mit den drei letzten Fingern der einen Hand das Reep oder die Zugleine und zwischen Daumen und Zeigefinger die Fühlleine halten, rudern oder schieben sie mit der andern Hand den Kahn stromabwärts.

Das Tröbelgarn der Oder in Pommern ist ein 6 bis 7 m langer engmaschiger Sack mit Flügeln von 8 bis 9 m Länge. Zwei Kähne mit je einem Fischer schleppen das Netz durch Krautstellen. Die Krebszeese oder das kleine Tröbelgarn ist ein 4 m langer Sack mit 3 m langen Flügeln. Beide Zugleinen befestigt der Fischer an seinem querliegenden Kahn und schiebt diesen weiter. Gefangen werden damit nur Krebse und kleinere Hechte, sog. Brathechte.

Das Strohgarn (in der Provinz Brandenburg verboten, in Pommern erlaubt) ist ein 5 bis 6 m langer Sack ohne Flügel, aber mit Kehle. Seine 35 bis 40 m langen Zugleinen sind bis zur Hälfte in Abständen von ³/₄ m mit Strohwischen und kleinen Steinen besetzt. Zur Handhabung sind zwei Kähne erforderlich mit je einem Mann, welcher rudert. Das Strohtau oder die Wischleine soll die Fische vom seitlichen Ausweichen abhalten. Obschon die Fischerei mit dem Strohgarn sehr lohnend ist — es werden damit sämtliche in der Oder vorkommende Fischarten, auch Aale, gefangen — so ist doch die täglich sich wiederholende Störung des Fischbestandes durch die Strohwische, vor denen die Fische bis in die kleinsten Gräben, ja aufs trockene Land flüchten, nicht ohne Bedenken; auch wird durch den starken Betrieb mit dem Strohgarn in den nicht allzu breiten Mündungen der Oder den Fischen der Ein- und Austritt sehr erschwert.

Ein ähnliches Gerät ist die Spohnklappe oder Gomolka der masurischen Seen. Es ist ein 6 bis 8 m langer Sack, dessen 80 bis 100 m lange Zugleinen in Abständen von je 2 m mit Scheuchbrettern oder Strohwischen versehen sind. Die von Fichtenkloben abgespaltenen Bretter, ca. 1 m lang, 8 cm breit und 0,3 cm dick, hängen mittelst 50 cm langer Bindfaden an der Zugleine. Die Gomolka wird im tiefen Wasser ausgelegt und dann gegen das Ufer gezogen. Seit 1855 verboten.

Eines Flocknetzes, das der Zugleine entbehrt und dafür an 3 m langen Stangen befestigt ist und mittelst dieser geführt wird, bedient man sich zum Fange des Lachses in der Küddow zwischen Kramske und Borkendorf. Das Netz besteht aus einem ca. 4 m langen quadratischen Netztuch von starkem Bindfaden mit 10 cm weiten Maschen. Dasselbe ist so zusammengelegt, daß es mit Hilfe zweier an den schmalen Seiten eingestrickter etwa 1 m hoher Netzstücke einen halbcylindrischen, an seiner Langseite offenen Sack bildet. An den Enden des Untersimms ist jederseits die etwa 3 m lange Führungsstange, Collodsstock, und ein 2 bis 3pfündiger Stein angebunden. Das Seitensimm ist nicht unmittelbar an der Stange befestigt, sondern die Mündung des Sackes wird dadurch offengehalten, daß von den Enden des Obersimms jederseits eine Schnur ausgeht, mittelst welcher man die Mündung spannt und dann die Schnur am oberen Ende des Collodsstockes befestigt. Zum Fischen sind zwei Kähne mit je einem Fischer erforderlich. Das Netz wird zwischen beiden Kähnen bis auf den Grund gelassen, jeder Fischer faßt die Führungsstange seiner Seite zugleich mit der Spannschnur der Mündung, hält die Stange in senkrechter Stellung und beide setzen nun Kahn und Netz stromabwärts gleichzeitig in Bewegung, indem sie mit der andern Hand rudern. Die Fahrgeschwindigkeit muß selbstverständlich größer sein, als diejenige der Strömung, da sonst das Netz sich nicht gleichmäßig ausspannen würde. Sobald ein Fisch gegen das Netz stößt, fühlen dies die Fischer an dem Ruck der Spannschnur, die sie deshalb Wahrsager nennen. Das untere Ende der Führungsstange wird alsdann gehoben, wodurch das Netz einen oben offenen Sack bildet, in dessen Grunde der Lachs gefangen liegt. Die Kähne legen sich nebeneinander und der Fisch wird in der Regel erst, nachdem er durch einen Schlag auf den Kopf getötet ist, in

den Kahn gehoben (Benecke, Berichte des Fischerei-Vereins von Ost- und Westpreußen, 1885, pag. 30).

Von dreimaschigen Zugnetzen, wozu übrigens alle mit Ledering versehenen Setz- und Treibnetze in ähnlicher Weise wie die einfache Wade oder der Zegen benutzt werden können, ist hier nur das zum Forellenfang gebräuchliche Klebegarn, gewöhnlich Streichgarn genannt, zu erwähnen. Wir finden dasselbe überall, wo die Forelle in Bächen und kleinern Flüssen zu Hause ist. Das gewöhnliche 2 bis 2½ m lange und 0,50 bis 0,72 m breite Netz wird mit der Oberleine an einer etwa 5 m lange Stange festgebunden, oder die Oberleine trägt eine entsprechende Anzahl von Oesen (Schleifen) aus Rohr oder Weidenruten, durch welche die Stange gesteckt wird. Die Maschen der beiden Außenwände sind spiegelig gestellt, d. h. die Garnfäden laufen den Rändern des Netztuches parallel, und haben gewöhnlich eine Maschenweite von 10 oder 12 cm; das Ingarn mit 2,5 cm weiten, häufig aber auch mit engern Maschen ist in der Höhe auf ½, in der Länge auf ⅓ eingestellt (eingestaut). Der Fischer geht im Wasser, streicht mit dem Netz stromab über den Grund, stößt auch da, wo er Forellen vermutet, mit der Stange in die Ufer u. s. w. und hebt das Netz, sobald sich eine Forelle eingebeutelt hat. Bei breiteren Gewässern wird ein längeres Netz genommen und mittelst Zugleinen von zwei Fischern stromab gezogen, indem der eine auf diesem, der andere auf dem jenseitigen Ufer geht. Statt der Stange sind dann Flotten an der Oberleine befestigt. Es wird mit dem kleinen Klebegarn in der Regel nur bei Nacht gefischt, am Tage nur dann, wenn das Wasser trübe ist.

Fischerei mit dem Wurfgarn.

§ 29. Das Wurfgarn ist ein kreisrundes, gewöhnlich 4 bis 6 m im Durchmesser haltendes Netztuch, dessen mit vielen Bleikugeln eingefaßter Rand auf etwa 25 bis 30 cm Breite nach innen umgeschlagen und in regelmäßigen Abständen mittelst 12 bis 15 cm langer Bänder (Strippen) so an der Innenwand aufgeschürzt ist, daß dadurch der sackförmig gewordene Umkreis in ebenso viele kommunizierende Taschen geteilt wird, in welche die von dem Netz bedeckten Fische geraten, wenn dieses mittelst der im Zentrum befestigten Wurf- oder Zugleine aufgezogen wird. Beim Aufziehen bildet das Wurfgarn einen immer spitzer und enger werdenden Kegel, der sich schließt, wenn die Kugeln der Bleileine zusammenfallen. Der über der Aufschürzung des Umschlags liegende Teil des Wurfgarns heißt die Haube oder Hube, der den Sack bildende Teil der Schooß oder Sock. Der Schooß wird auch wohl in der Art konstruiert, daß man das Netztuch über das Kugelsimm hinaus um so viel länger strickt, als zum Umschlag nach innen nötig ist; es geben jedoch, so viel mir bekannt, die meisten Fischer derjenigen Konstruktion den Vorzug, bei welcher das Kugelsimm am äußersten Rande des Netzes liegt. Die Maschenreihe, mit welchen der Schooß beginnt und in welche die Strippen zur Aufschürzung des Umschlags eingebunden werden, wird mit doppeltem Garn gestrickt. Gewöhnliche Maschenweite 25 mm.

Kein Netz stellt so große Anforderungen an die Geschicklichkeit und Ausdauer des Fischers, als das Wurfgarn. Soll der Wurf von Erfolg begleitet sein, so muß das Netz in vollständig ausgebreiteter kreisrunder Form auf das Wasser fallen und schnell sinken. Für das letztere sorgt die schwere Bebleiung, das erstere ist dagegen Sache des Fischers, und es gehört dazu nicht bloß ein kräftiger Arm, sondern auch eine nur durch stete Uebung zu erlernende Geschicklichkeit im richtigen Zusammenlegen, Erfassen und Uebernehmen des Netzes zum Wurf. Das Werfen geschieht entweder vom Ufer oder Vorderende eines Kahnes aus. In letzterem Falle sind zwei Mann erforderlich, der eine steht zum Wurfe parat in der Spitze des Kahns, während der andere das Schiff nach der vom Vordermann bezeichneten Stelle mit Ruder oder Stange dirigiert.

Obschon das Wurfgarn ein sehr lohnendes Gerät ist, so geben sich bei uns doch nur verhältnismäßig sehr wenige Fischer mit demselben ab. In Frankreich und Rußland ist

es viel verbreiteter als in Deutschland, Oesterreich und der Schweiz; de la Blanchère bezeichnet es sogar als l'engin de prédilection des maraudeurs de nuit. Das in Deutschland und besonders im Gebiete der Mosel gebräuchliche Wurfgarn ist von der Wurfleine bis zum Schooß 2,60 m lang, der Schooß ist 0,60 m breit und das Kugelsimm 10,5 m lang. Die Kugeln, 260 Stück, werden in Perlform aufgezogen und wiegen zusammen 20 Pfd. (an der Oberweser nur 13 bis 16 Pfd.); nach jeder zweiten Kugel ist die Bleileine an dem obern Teile des Schooßes mit einer 0,15 cm langen Schnur aufgeschürzt, wodurch der sackförmige Umkreis in 120 Taschen geteilt wird.

Die Stülpe, an der Saale Schlepphaube, an der Elbe bei Schönebeck Stülphaube, an der Donau bei Ulm und am Oberrhein Spreitgarn, an der Mosel bei Metz Schleifgarn genannt, ist ein Wurfnetz von so großen Dimensionen, daß es nicht mehr aus freier Hand geworfen werden kann, sondern an der Seite eines quertreibenden Fischerkahns hängend eine Zeit lang geschleppt und dann plötzlich fallen gelassen wird. In einem von zwei Mann bedienten Kahne wird nur so viel vom Kugelsimm der Stülpe auf dem Seitenrand des Kahnes zurückbehalten, als die Entfernung zwischen dem vorn und hinten postierten Fischer beträgt, das ganze übrige Netz wird über Bord geworfen. Entweder wird der zurückbehaltene Teil mit dem Fuße festgehalten oder aber an beiden Enden über je einen im Schiff angebrachten Pflock gehängt. Der Vordermann hält die Zugleine der mit einem gewissen Teil ihres Sockes auf dem Grunde schleppenden Stülpe, während der Hintermann das querliegende Schiff mit dem Ruder oder mit der Stange stromab dirigiert. Sobald der die Zugleine haltende Fischer einen größeren Fisch vor dem Netze verspürt oder nachdem eine gewisse Strecke, gewöhnlich 40 bis 50 m, stromab geschleppt ist, wird das Zeichen zum Fallenlassen bezw. Auswerfen gegeben; jeder Fischer zieht den auf seiner Seite befindlichen Pflock heraus, und das Netz sinkt schnell auf den Grund. Es wird alsdann langsam aufgezogen und wenn es sich geschlossen hat, ins Schiff gehoben.

Die Stülpe oder das große Wurfgarn ist eins der lohnendsten Geräte, es wird damit vom Spätherbst bis zum Frühjahr gefischt. In der Rheinprovinz gehörte sie mitsamt dem Wurfnetz nach der Forstordnung von 1669 und deren Republikation vom Jahre 1819 zu den verbotenen Geräten. Auch auf der Oberweser sowie auf der Fulda und Werra bestanden im vorigen Jahrhundert Beschränkungen hinsichtlich des Gebrauches der Stülpe.

Die gewöhnlichen Dimensionen der im obern Wesergebiet gebräuchlichen Stülpen sind folgende: Höhe von der Spitze bis zum Kugelsimm 6 m, Umfang 35 bis 38 m, Breite des Socks ca. 60 cm. Bleigewicht 33 bis 38 Pfd., auf's Pfd. etwa 14 bis 15 Kugeln. Auf jede sechste Masche am Kugelsimm kommt eine Strippe, welche den Sock zu Taschen aufschürzt. Maschenweite im Sock 2,5, in der Hube 3 oder 4 cm. Die Wurf- oder Zugleine, gewöhnlich ein Haarseil, hat eine Länge von 8 bis 12 m.

Die Simmschnur (Erche) des Spreitgarns oder der Haube in Niederbayern ist 35 m lang. Auf drei Maschen kommen immer drei Kugeln, in jede vierte Masche der Garnbündel (Strippe), welcher von der Erche nach dem Einwurf der neunten Elle hingeschleift wird. Die Maschenweite ist bei Elle 1 = 4,5, bei Elle 2 = 4,0, bei Elle 3 = 3,5, bei Elle 4 bis 9 = 3 cm. Der Busen ist 36 bis 40 Maschen tief mit einer Maschenweite von 2,5 cm. Die Haube hat in der neunten Elle 927 Maschen Umfang. Der Bedarf an Garn (selbstgesponnener rheinischer Hanf) beträgt 30 Pfd., an Blei 38 Pfd. (gewöhnlich 26 Kugeln auf das Pfd.).

Das Schleifgarn der Mosel bei Metz hat bis 40 m Umfang und ist angeblich (nach von dem Borne) mit 80 Pfd. Blei beschwert.

Fischerei mit der Angel.

§ 30. Der gewerbsmäßige Betrieb der Fischerei mit der Angel beschränkt sich in

der Regel nur auf den Gebrauch der Nachtschnur und der Flott- oder Rollangeln; in manchen Gegenden wird indessen von Professionsfischern auch wohl mit dem Blänker und dem Pödderloth gefischt.

Nachtschnüre, Flott- und Rollangeln (Aalpuppen) gehören zu den sog. Legeangeln, welche nicht in der Hand gehalten, sondern ausgelegt werden.

Die Nachtschnur, gewöhnlich Aalschnur, und weil sie auf den Grund gesenkt wird, auch Grundschnur, in den Gewässern der Havel und Spree Klickangel genannt, ist eine lange mit Steinen beschwerte Schnur, welche in Zwischenräumen von 1 bis 1½ Klafter mit kleinen Schnüren (Vorfächern) von ca. ½ Klafter Länge versehen ist, an denen Köder führende Haken sitzen. In Flüssen wird sie quer durch den Strom von einem Ufer bis zum andern ausgelegt. In der Fulda und Werra bei Münden wird außer an beiden Enden der Schnur noch nach jeder fünften Angel ein Stein angebunden. Die Angeln werden mit toten und lebenden Köderfischchen und auch mit Würmern besteckt. Als Köderfische werden gebraucht: Blecke und Schneider (Alburnus bipunctatus und lucidus), Grimpen (Gobio fluviatilis), Kuleken (Cottus gobio) und Grundeln (Cobitis barbatula). Die Kuleken werden je nach der Größe in 2 oder 3 Teile zerschnitten, ebenso die Grundeln, während man die andern ganz läßt und wenn irgend möglich, lebend an die Angel steckt. Die Nachtschnüre werden vom Frühjahr bis zum Herbst, vorzugsweise aber während der Sommermonate des Abends ausgelegt und früh mit Tagesanbruch wieder aufgenommen. Es fangen sich daran außer Aalen gewöhnlich noch Döbel, Barben, Barsch, Hecht, Plötzen und Nasen.

In größern Flüssen und auch in Seen, wo die Quappe (Lota vulgaris) häufiger vorkommt, tritt im Winter für die Aalschnur oder Aalleine die Quappenleine an die Stelle; sie unterscheidet sich von der Aalschnur nur durch etwas größere Angeln. In der Weser wird die Quappenleine oder das Quappentau erst von Bremen abwärts gebraucht und damit häufig unter Eis gefischt.

Ein zu sehr ausgedehnter Betrieb mit Nacht- oder Grundschnüren ist für den Fischbestand nicht ohne Bedenken und zwar infolge der Beschaffung der nötigen Köderfische. Nach Krauß (Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Württemberg 1865) legen die Heilbronner Fischer täglich 20 Angelschnüre, wozu sie etwa je 30 Blecken (Alburnus lucidus und bipunctatus) gebrauchen, also 600 Fischchen, was in der günstigen Fischzeit von Mai bis November 100 000 Stücke macht (das sind ca. 8 bis 10 Ctr.). Im Kurischen Haff und dessen Nebengewässern wurde früher (— ob jetzt noch? —), wie Beerbohm-Feilenhof in den Cirkularen des deutschen Fischerei-Vereins, Jahrgang 1872 berichtet, eine sehr verderbliche Fischerei mit Angeln betrieben. „An langen Schnüren (oft 1500 bis 2000 Faden lang) sind in Entfernungen von 2—3 Fuß Angelhaken durch Pferdehaarschnüre befestigt. Auf die Haken wird der Köder, der aus Regenwürmern bestehen soll (aber niemals besteht), gesteckt und nun die Schnur ausgefahren. Am andern Morgen hebt der Fischer die Schnur auf und nimmt den Fang ab. Weil es dem Fischer zu schwierig, ja wohl unmöglich ist, für alle Angeln Regenwürmer zu beschaffen, so nimmt er junge Fischchen (Fischbrut) von passender Größe zum Köder. Aus diesem Grunde ist diese Fischerei eine so schädliche. Mit dichten Zugnetzen wird heimlich an verborgenen Stellen die in der Sonnenwärme spielende Fischbrut gefangen, die verhältnismäßig wenigen passenden Köderfischchen herausgesucht, alle andern aber wieder ins Wasser geworfen. Diese sind aber sicher dem Tode verfallen, da die junge Brut viel zu schwächlich ist, um es zu ertragen, aus dem Wasser gehoben und roh mit den Händen angefaßt zu werden. Um einen genießbaren Fisch an dem Angelhaken zu fangen, werden gewiß viel Tausend junger Fischchen hingeopfert".

Die Flott- oder Rollangel ist eine einzelne Legeangel; sie besteht aus einem

leichten Schwimmer (Puppe, Aalpuppe) von Holz oder gewöhnlich von fest zusammengeschnürtem Schilf (ca. 25 cm lang und 4 cm dick), woran eine 12 bis 20 m lange Angelschnur befestigt und aufgewickelt ist. Der Haken wird mit einem Fischchen, Fischstück oder Wurm besteckt und dann so viel von der Schnur abgewickelt, daß der Köder eben den Grund erreicht. Das Auswerfen der Flottangeln (Aalpuppen) geschieht am Abend, das Heben am frühen Morgen. Beim Fischen im Winter unter dem Eise (Eisangel) ist die Puppe ein Stück hartes Rundholz von 4 bis 5 cm Durchmesser und 12 cm Länge, welches mit der aufgewickelten Schnur so über ein ins Eis gehauenes Loch gelegt wird, daß sich die Schnur leicht abrollt, wenn der Fisch angebissen hat und fortschwimmt. Da bei dieser Fischerei hauptsächlich Hechte gefangen werden, so muß die Angel (Doppelhaken) an einem Vorfach von gedrehtem Messingdraht oder von Gimp (mit Draht übersponnene Flockseide, wie die übersponnenen Violin- oder Klaviersaiten) befestigt werden. Man benutzt als Köder ein lebendes Fischchen und wickelt nur so viel Schnur von der Puppe ab, daß der Köderfisch sich etwa 1/2 bis 3/4 m unter der Wasseroberfläche befindet.

Der Blänker, Blinker oder die Darge ist ein blinkendes löffelartiges Stück Blech, das mit einem oder mehreren Angelhaken versehen und an einer Schnur mittelst eines mit Wirbeln versehenen Vorfachs befestigt ist. Der Blänker wird hinter einem schnell fahrenden Boote nachgeschleppt, indem der Fischer die Angelschnur am Kahne befestigt, aber einen Teil derselben lose in der Hand hält oder, wenn er allein den Kahn rudern muß, zwischen den Zähnen faßt, um sofort den Anbiß eines Fisches zu spüren. Dient nur zum Fange von großen Hechten und Barschen in Seen und größeren Flüssen.

Das Pödderloth, in Ostfriesland Budde oder Burde genannt, ist ein namentlich in den tiefgelegenen, von zahlreichen Kanälen und Gräben durchzogenen Küstenländern der Nordsee vom Kanal bis zum Limfjord sehr verbreitetes Gerät zum Aalfang. Die Budde oder Burde besteht in ihrer einfachsten Gestalt aus einem 10 bis 12 Fuß langen Stock, an dessen Spitze ein um die flache Hand wurstförmig geschlungenes und alsdann zusammengeschnürtes Bündel von Regenwürmern gebunden wird. Die Würmer müssen zu diesem Zweck vorher der Reihe nach auf einen starken Faden von Lein, Hanf oder Wolle gezogen werden. Will man nicht vom Ufer aus, sondern von einem Kahn oder Floß aus buren oder pöddern, so nimmt man einen etwas kürzern Stock und befestigt an dessen Spitze eine 8 bis 10 Fuß lange Schnur, welche an ihrem Ende ein längliches oder abgestutzt kegelförmiges Bleistück, das Pödderloth, und darunter den Regenwurmquast trägt. Man führt den Köder vorsichtig bis auf den schlammigen Grund und hebt und senkt ihn alsdann abwechselnd um einige Zentimeter. Sobald ein Aal anbeißt, wird er mit gleichmäßigem aber nicht zu schnellem Zuge über Wasser gehoben und sofort in den Kahn oder an das Ufer geschnellt. An der Unterems und Unterweser, sowie in der Elbe etwa von Harburg abwärts wird von Mai bis in den September hinein sehr viel gepöddert. Bei Brake werden beispielsweise von Mai bis Ende August von den gewerbsmäßigen Fischern ca. 6 bis 800 kg Aale gepöddert, ebenso in der Ems und Leda von den Fischern zu Leerort, und wie Dallmer berichtet, kommen aus der Pinnau und Krückau ganz gewerbsmäßig Aalpödderer nach der Elbe, wo sie in ihren großen Booten mit Halbdeck bis zu einer Woche lang logieren und ganze Hütfässer voll Aale pöddern. Die am Pödder gefangenen Aale sind meistens von geringer Größe, 8 bis 10 und noch mehr aufs Pfd., selten werden solche von 300 bis 400 Gramm und darüber erbeutet.

Auf die sportsmäßige Angelfischerei einzugehen, liegt außerhalb des Rahmens dieser Schrift. Wer sich darüber belehren will, wird v. d. Borne's Taschenbuch der Angelfischerei, Zweite Auflage. Berlin 1882, geb. 3 Mark, oder W. Bischoff's Anleitung zur Angelfischerei, Zweite Auflage, neu bearbeitet vom bayerischen Fischerei-Verein, München 1883, geb. 5 Mark, nicht entbehren können.

